

**Title of the invention**

色変換テーブル作成方法、印刷制御装置、色変換テーブル作成装置、色変換テーブル作成プログラムを記録した媒体、対応関係定義データ作成方法、対応関係定義データ作成装置および対応関係定義データ作成プログラムを記録した媒体

**Background of the Invention****1. Field of the invention:**

本発明は色変換テーブル作成方法、印刷制御装置、色変換テーブル作成装置、色変換テーブル作成プログラムを記録した媒体、対応関係定義データ作成方法、印刷制御装置、対応関係定義データ作成装置および対応関係定義データ作成プログラムを記録した媒体に関する。

**2. Description of the Prior art:**

ディスプレイやプリンタ等の画像機器は、通常各画素の色を特定の色成分で階調表現したカラー画像データを使用している。例えば、R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の3色を使用したRGB色空間やC（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）系統の色を使用したCMY系色空間（lc：ライトシアン、lm：ライトマゼンタ、DY：ダークイエロー、K：ブラックを含む）等種々の色空間で色を規定して画像データとしている。これらの色は一般に画像機器固有の機器依存色であるので、種々の画像機器間で同じ画像を同じ色で出力可能にするために各機器での色の対応関係を規定した色変換テーブル（LUT）が用いられている。

RGB色空間を利用するディスプレイとCMY系色空間を利用するプリンタとでは発色手法が加法混色と減法混色とで異なったり互いの色域が異なることなど、両空間で色の性質が異なることに起因し、精度良く自然な色変換を行うことが必ずしも容易ではない。

そこで、色変換を行う際に階調値を一旦割り増ししておき、ハーフトーン処理を行う際に割増しを解消する構成により、特定階調の分解能を実質的に向上する（例えば、特願2000-307859号公報参照。）など種々の工夫がされて

いる。

また、色変換時に色域外の入力色に対しても色再現性が高くなるように工夫する（例えば、特開 08-228296 号公報参照。）など種々の工夫がされている。

前者の場合、各色の階調を表現するために使用する記憶容量を一定とすれば、上述の従来例のように割り増しを行うことによって特定階調の分解能を向上したときに、他の階調の分解能が相対的に低下することがあった。

また、後者の従来の色変換においては、密度階調表現法にて各色インクの明度を精度良く制御するのが困難であった。すなわち、プリンタ等で印刷を実行する際には CMYK l c l m 等の各インク色について単位面積当たりに記録するドットカウントを調整して各色の階調表現をしている。しかし、ドットカウントの単位変動に対する明度変動は高明度域と低明度域とで異なり、双方の明度域で同じ分解能の階調値を使用すると高明度域の色を精度良く制御するのが困難であった。

より具体的には、印刷物の明度は印刷媒体の色と記録されたインク滴との双方に影響されるが、高明度すなわち低インク記録率でインク滴の量  $A$  を  $A+1$  に増加させた場合と低明度すなわち高インク記録率でインク滴の量  $B$  を  $B+1$  に増加させた場合とでは、前者の方が明度に対して大きな影響を与える。 $(A+1)/A$  と  $(B+1)/B$  とでは前者の方が大きいからである。また、高インク記録率ではインク滴同士が重なった部分が増加するので、この意味からも明度に与える影響は少なくなる。

かかる事情により、高明度域では低明度域と比較してより詳細にインク量を制御しなければ相対的に精度が悪くなってしまう。従来はインク量を特定するインク量の階調値を 256 階調とし、全明度域で 1 階調変化に相当するインク量変化を同じ（すなわち略線形の対応関係）にしていた。また、上記 LUT ではこの階調値の中から代表的な参照点を規定しており、任意の色についてはこの参照点を利用した補間演算によってインク量階調値を算出する。従って、高明度域では低明度域と比較して分解能の低いデータを利用していることに加え、さらに補間演算によって相対的に大きな誤差を含んでしまう。

## Summary of the Invention

本発明の第一の目的は、全明度域で高精度に色変換する対応関係を定義可能な色変換テーブル作成方法、印刷制御装置、色変換テーブル作成装置および色変換テーブル作成プログラムの提供にある。

上記第一の目的を達成するため、本発明では色変換テーブルを生成するに当たり、所定の補正前階調値から抽出した補正前参照値に対して補間精度向上用の補正を行い、補間精度向上用の補正後の階調値の大小とインク量の大小とを略線形に対応させることによって特定される色のパッチデータを生成する。さらに、パッチデータにおける階調値については所定の値域内に存在する整数値として定義するとともに、高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より当該階調値の単位変化に対応するインク記録率の変化が小さくなるように定義し、これを上記インク値データとする。そして、当該階調値の定義に従って上記パッチデータの参照値に相当するインク量を解釈しつつハーフトーン画像データを生成し、色変換テーブルを生成する。

すなわち、上記インク値データにおいては、高明度域に相当する階調値と低明度域に相当する階調値とで階調値の単位変化が意味するインク記録率の変化量が異なるよう定義し直すことにより、高明度域の方がより細かいインク記録率の変化を表現することができる。しかし、この場合は、限られた容量で表現される階調値（例えば 8 b i t、256 階調）にて階調値の単位変化とインク記録率の変化量とを略同一にした場合と比較して、低明度域における分解能が高明度域における分解能より低下する。そこで、本発明では、予め補間精度向上用の補正を実施して低明度域の色に相当するパッチデータを増加させて測色対象の色とする。

このとき、各インク色毎に所定の補正前階調値から当該補正前階調値の全階調数より少数の補正前参照値を抽出して組み合わせる。この結果、複数の補正前参照値の組み合わせによって構成される複数のデータセットが得られ、これに対して補間精度向上用の補正がなされる。補間精度向上用の補正では、補正前参照値を増大させる。従って、補正前参照値において値の大小とインク量とを略線形に対応させていると想定した場合に、上記データセットのそれぞれが示す色と、補

間精度向上用の補正後のデータが示す色とでは、後者の方が低明度域の色が多数である。

低明度域の色を高明度域の色より多く利用してパッチデータを印刷することにより、色変換テーブルを作成する際の補間精度は低明度域で向上する。すなわち、測色結果によってインク値データと上記他の画像機器で使用する各色の色成分値とを対応づけるためには補間演算を利用するが、低明度域での色が多数存在すれば、低明度域の色について高精度の補間演算を実施することができる。また、この色変換テーブルによって色変換を行うときも補間処理を実行するので、当該低明度域で高精度に色が特定されることにより高い精度で色変換を行うことができる。

補正前階調値としては、例えば、3色の色成分からなる色空間における各色成分の階調値を採用可能である。各色成分の強度を階調値で線形に表現したとき、色空間全域に略均等に分布する色を採用する目的で、この階調値域を略等分して取得した階調値を組み合わせても、上述のようにインク値データを定義すると低明度域での分解能が相対的に低下する。

そこで、階調値域を略等分して取得した階調値に分解能向上用の補正を行えば、補正前と比較して低明度域の色が高明度域より密に分布するように代表色を抽出することができる。むろん、上述のように階調値域を略等分した階調値の組み合わせでない場合、例えば、後述する分版を行って得られたデータであっても補間精度向上用の補正を実施すれば、低明度域の色を多くして、低明度域での補間精度を向上することが可能になる。

いずれにしても、補間精度向上用の補正とインク値データの定義により、高明度域でより細かいインク記録率の変化を表現することと、低明度域における分解能の低下防止を両立することができる。この結果、全明度域で高精度に色変換する対応関係を色変換テーブルにて定義することが可能になる。尚、インク値データは、所定の値域内に存在する整数値として定義されるので、全階調数が限定される。例えば、8 b i t の容量で階調値を表現すると、各色毎に全階調数は256であり、0～255の整数値などによって階調を定義できる。

また、パッチデータは測色対象となるパッチ数だけ作成するが、インク値デー

タの全階調数に相当する参照値を抽出してパッチデータとすることは実質上不可能である。すなわち、現在最も一般的な階調数である256階調を想定すると、全階調数に相当する参照値を抽出してパッチデータにするためには256<sup><SUP>x</SUP></sup>個（xはインク色数）ものパッチデータが必要であり、この膨大な数のパッチを測色する作業は実質的に不可能である。そこで、各インクについて全階調数より少数の参照値を抽出し、例えば、1000個のパッチデータを作成することとしている。

当該インク値データの階調値は、インク量に対応づけられている。すなわち、階調値によってインク量が決定される。従って、各インク色毎に階調値を組み合わせると各インク色におけるインク量が特定され、このインク量にて印刷を行ったときの色が特定される。また、インク値データでは、高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より当該階調値の単位変化に対応するインク記録率の変化が小さくなるように定義できればよい。

この具体例としては、階調値の単位変化を整数値の最小変化量”1”とした場合、高明度域で階調値が”1”変化したときにインク記録率がm%以下の変化であり、低明度域で階調値が”1”変化したときにインク記録率がm%より大きな変化をするように定義することによって実現可能である。以上のような定義により、上記階調値を所定の値域内に存在する整数値として定義していても、高明度域で高精度にインク記録率を定義することができ、この定義に基づいて上記色変換テーブルを作成することによって高明度でも高精度に色変換可能になる。

すなわち、コンピュータによって階調値を定義する場合、その値域が限定され、値は整数で定義するのが一般的である。この定義において、従来のように階調値の単位変化に対応するインク記録率の変化を全明度域で略一定に定義すれば、インク記録率の変化に対する明度変化の特性に起因して、高明度域では低明度域と比較して相対的に精度が悪くなってしまう。しかし、本発明のように階調値を定義することにより、階調値の値域を増やすことなく、高明度で高精度にインク記録率を定義することができる。

例えば、8bitの記憶容量では256階調を表現することができるが、インク記録率の0～100%を0～256の各階調に対して均等に割り当てると分解

能は均一であるところ、 $n\%$ のインク記録率（ $n$ は高明度域の一例）に対して $256 * n / 100$ ではなくそれより大きな値を対応させる。5%のインク記録率に対して13（ $\equiv 256 * 5 / 100$ ）ではなく40、10%のインク記録率に対して26（ $\equiv 256 * 10 / 100$ ）ではなく61を対応させる場合を例にすると、5～10%のインク記録率を13階調ではなく21階調で表現することができる。8bitで256階調を表現する場合、各階調値は整数値であり、小数点以下は切り捨てあるいは四捨五入されることになる。

この考え方を色変換テーブルの作成時に適用すると、インク量の変化に対する明度の変化率が大きな高明度域において非常に高い精度で色変換することが可能になる。上述の定義により、階調値とインク記録率とが対応づけられると、インク色毎に階調値を規定することによって印刷される色を特定することが可能になる。一方、上記他の画像機器で使用する各色の色成分値（例えば、RGB各色の色成分値やCMYK各色の色成分値等）を組み合わせると上記他の画像機器における色が特定される。そこで、階調値の組み合わせと上記色成分値との組み合わせを対応づけることにより、両者を色変換するテーブルデータやプロファイルを作成することが可能になる。

尚、上記ハーフトーン処理においては上記階調値によって定義されるインク記録率に従ってドットマトリクス状の画素毎に記録するドットの有無を決定する。従って、上記階調値を上述のように定義するとともにハーフトーン処理モジュールの出力値に従って印刷を行うことにより、高明度でインク記録率を細かく制御しながら印刷を実行することが可能になる。さらに、上述の定義によって作成された色変換テーブルを参照して上記他の画像機器での色成分値を色変換することにより、高明度の色を高精度に色変換することが可能になる。また、インク記録率は、単位面積当たりに記録されるドットの面積あるいはドットカウント数に相当し、単位面積当たりにドットが記録されていない状態を0%、単位面積当たりに最大数のドットが記録されている状態を100%としている。

尚、高明度でのインク記録率の単位変化に対する明度の変化は低明度でのインク記録率の単位変化に対する明度の変化より大きい。このため、一般的なインクでは、各インク色で表現可能な最低明度を含む所定の明度域ではインク記録率を

変化させても明度がほとんど変化しない。そこで、このようなインク色で表現可能な最低明度を含む所定の明度域を除外して上記インク値データを定義することも可能である。

すなわち、インク記録率の値域の一部に全階調値を割り当てて上記インク値データを定義する。これにより、印刷媒体上で実質的な明度変化を表現できないようなインク記録率を除外し、実質的に明度が変化し得るインク量にのみ階調値を割り当てることができる。従って、限られた容量でより有効にインク量を階調表現することが可能であり、より微妙な階調変化を表現することが可能になる。

ここで、インク記録率の値域は、印刷媒体にインクを記録しない状態を最小のインク記録率とし、印刷媒体にインクを最大限記録した状態を最大のインク記録率として定義される。尚、簡略のために、インク記録率の値域の一部として全インク色について共通の値域を採用しても良いが、各インク毎に明度の変化率が異なることに鑑みて各インク毎に異なる値域を上記インク記録率の値域の一部として採用しても良い。

さらに、本発明においては、高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より当該階調値の単位変化に対応するインク記録率の変化が小さくなるように定義することにより相対的に低下する低明度の分解能を補償することができればよい。このために、クレーム０３のように、インク量と階調値の大小とを略線形に対応させるとともに測色対象の色を特定する第１階調値データにおいて、低明度域の色が多く含まれるようにしてもよい。すなわち、上記分解能向上用の補正によれば高明度域の分解能が向上するが、低明度域の分解能が低下するので、当該低明度域で相対的に低下する分解能を補間精度で補償するように予め低明度域の色が高明度域の色より多くなるように第１階調値データを抽出しておく。

より具体的には、インク量と階調値の大小とを略線形に対応させた階調値では、階調値が大きいほどインク量が多くなり低明度の色となるので、補間精度向上用の補正は低明度の色を増加させることに相当する。従って、予め低明度の色が多くなるようにしておくことにより、第１階調値データで特定された色を測色し、色変換テーブルを作成する際に、低明度域で高精度に補間を実施することができ

る。

この状態の第1階調値データに対して高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より大きな増加率で補正し、インク値データとすると、このインク値データでは、高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より当該階調値の単位変化に対応するインク記録率の変化が小さくなるように定義することができる。従って、高明度域での分解能を向上することができる。

このインク値データに基づいて測色対象を印刷する際には、分解能向上用の補正の逆補正をした場合の小数以下に相当する偏差を反映しつつハーフトーン処理を実施すればよい。この結果、逆補正後のデータではインク記録率の0～100%を0～256の各階調に対して均等に割り当てた状態と同様になり、各階調値からインク記録率を把握してインク量を決定することが可能になる。但し、ここでは逆補正した場合の小数以下に相当する偏差を反映してハーフトーン処理を行うので、高明度で高分解能の状況は維持される。

むしろ、逆補正した場合の小数以下に相当する偏差を無限に考慮することはできないが、ハーフトーン処理時の能力に応じて小数以下の所定桁数の値まで考慮すれば、高精度に色を特定可能である。また、ここでは逆補正した場合の小数以下に相当する偏差を考慮することができれば良く、実際に逆補正を行う構成の他、上記補正後のインク値データのそれぞれについて対応するインク記録率をより高ビット数で特定した値を予め記憶しておいても良い。以上の構成においても、全明度域で高い精度で色変換を実施することができる。尚、インク値データにおいては分解能向上用の補正を実施するが、ハーフトーン処理で逆補正を実施するので、インク値データが示す色と第1階調値データが示す色とは同色である。

本発明では、第1階調値データを決定する際に分版処理を行っても良い。すなわち、印刷装置においてはCMYの3色より多数のインク色、例えば6色や7色のインクを利用して印刷を実行可能に構成する場合が多く、6次元や7次元空間中で測色対象を特定するのは困難である。6色や7色のインクを利用する場合、シアンとライトシアン等代替的に利用されるインクも含み、6色や7色の異なる組み合わせであってもほとんど同じ色になる場合も多いからである。



また、6次元空間中での座標値を3次元空間中の座標値に一義的に変換するマトリクス等、所定の変換式を作成するのは困難であるが、3次元空間中での座標値を6次元空間中の座標値に一義的に変換する変換式を作成するのは容易である。従って、CMYの3色によって測色対象となる色を特定しておき、特定の変換式によって当該3色の組み合わせを6色あるいは7色の組み合わせに変換する分版を行うことは非常に容易である。

そこで、測色対象の色をまずCMY値で特定し、分版を行ってCMY値を変換する構成において、分版前のCMY値あるいは分版後の値に分解能向上用の補正を行い、低明度域で相対的に低下する分解能を補間精度で補償するように低明度域の色が高明度域の色より多くなるようにする。すなわち、分版を行うことによって印刷対象のパッチのインク値を容易に特定することができ、本発明を容易に適用することができる。尚、分版処理を行う際の元の色がCMY各色の組み合わせで表現されていることにより、かかる構成は任意の色を表現することができて好ましいが、むしろ、印刷装置で利用する各色インクの組み合わせに容易に変換でき、インク色数より少ない色成分で構成される所定の色空間内の座標を変換する構成であれば上記CMY空間以外の表色系（例えばRGB表色系）を採用して第1階調値データを作成しても良い。

測色に際しては印刷結果の色彩値を取得することができれば良く、Lab色空間（L，a，bのそれぞれには通常\*が付されるが本明細書では簡単のため省略する。以下同じ。）等の機器非依存色空間での座標を示す測色データが得られればよい。色変換テーブルを作成する際には当該機器非依存色空間での座標を示す測色データと他の画像機器で使用される色データが示す色の当該機器非依存色空間での座標とを利用すればよい。

すなわち、機器非依存色空間での座標が複数の色について判明していれば、補間演算等によって任意の色のインク値データおよび他の画像機器で使用される各色の色成分値を算出することができるので、任意の色について両者の対応関係を算出して色変換テーブルを規定することができる。他の画像機器で使用される各色の色成分値については機器非依存色空間での座標を取得する必要があるので、所定の式にて機器非依存色空間での座標を算出可能なsRGB規格のデータであ

ると好ましい。むろん、他の画像機器での表示色を測色しても良い。

上述のように、分解能向上用の補正によって低明度域で相対的に低下する分解能を補間精度で補償するように予め低明度域の色が高明度域の色より多くなるように第1階調値データを抽出したり、上記分解能向上用補正を行うためには種々の補正を採用可能であり、その構成例としては $\gamma$ 補正を採用可能である。すなわち、 $\gamma$ 補正は所定の値域の数値を入力し、当該入力値を所定の関数によって変換した結果を出力する補正であり、 $\gamma$ カーブを与える関数を利用している。この $\gamma$ カーブによれば $\gamma$ の値の調整のみで小さな入力値であるほどそれより大きな入力値より大きな増加率で補正して出力する補正を容易に行うことができ、また、その補正度合いも容易に調整できて便利である。 $\gamma$ 補正を実際に行う際には $\gamma$ カーブを与える関数に対して入力値を代入しても良いし、予め $\gamma$ 補正の結果をテーブル化したデータを参照しても良い。上記第1階調値データを取得するための補正を本発明では補間精度向上用（ $\gamma$ ）補正と呼ぶが、むろん分解能向上用補正であっても補間精度は向上する。

むろん、このように $\gamma$ 補正等の補正を行う構成において、上述のように実質的に明度に変化し得るインク量にのみ階調値を割り当てる構成を採用することも可能である。すなわち、上記第1階調値データにて最低明度を示す階調値が印刷媒体上に記録可能な最大のインク記録率に相当するとき、当該最低明度を示す階調値を含む所定の階調値域を除外すると、低明度寄りの一部を階調値域から除外することになる。

そして、残りの階調値域が上記インク値データの全階調値域と合致するように補正を行うと、残りの階調値域、すなわち、実質的に変化する明度にインク値データの全階調値を割り当てることが可能になる。従って、限られた容量でより有効にインク量を階調表現することが可能であり、より微妙な階調変化を表現することが可能になる。

以上のように、本発明は測色対象となるパッチを印刷する際のインク量を示すインク値データを生成し、ハーフトーン処理においてインク値データが意味するインク量を解釈して印刷を行い、得られたパッチを測色して色変換テーブルを作成するが、この色変換テーブルを参照して色変換を行って印刷を行う印刷制御装

置としても機能する。すなわち、この色変換テーブルを参照することにより、高明度および低明度の色について高精度に色変換を行いつつ印刷を実行することができ、全明度域でのトーンジャンプを防止することができる。

さらに、上述の色変換テーブルを作成する装置も本発明の技術思想を利用していえる。例えば、クレーム０８のようにクレーム０３に対応した色変換テーブル作成装置を構成することもできる。むしろ、クレーム０４～クレーム０７に対応させた構成にすることも可能である。また、このような色変換テーブル作成装置は単独で実施される場合もあるし、ある機器に組み込まれた状態で他の装置、方法とともに実施されることもあるなど、発明の思想としてはこれに限らず、各種の態様を含むものであって、ソフトウェアであったりハードウェアであったりするなど、適宜、変更可能である。

次に、本発明の第二の目的は、後者の課題にかんがみてなされたもので、高明度域で高精度に色変換する対応関係を定義可能な対応関係定義データ作成方法、印刷制御装置、対応関係定義データ作成装置および対応関係定義データ作成プログラムの提供にある。

次に、上記第二の目的を達成するため、本発明では所定の値域内に存在する整数値として入力階調値を定義し、さらに高明度域に相当する入力階調値であるほどそれより低明度域に相当する入力階調値より当該入力階調値の単位変化に対応するインク記録率の変化が小さくなるよう定義する。すなわち、高明度域に相当する入力階調値と低明度域に相当する入力階調値とでは階調値の単位変化が意味するインク記録率の変化量が異なっており、高明度域の方がより細かいインク記録率の変化を表現することができる。

例えば、入力階調値の単位変化を整数値の最小変化量”１”とした場合、高明度域で入力階調値が”１”変化したときにインク記録率が１％以下の変化であり、低明度域で入力階調値が”１”変化したときにインク記録率が１％より大きな変化をするように定義することによって実現可能である。以上のような定義により、上記入力階調値を所定の値域内に存在する整数値として定義していても、高明度域で高精度にインク記録率を定義することができ、この定義に基づいて上記対応関係定義データを作成することによって高明度でも高精度に色変換可能になる。

すなわち、コンピュータによって階調値を定義する場合、その値域が限定（例えば 8 b i t、256 階調等）され、値は整数で定義するのが一般的である。この定義において、従来のように階調値の単位変化に対応するインク記録率の変化を全明度域で略一定に定義すれば、上述のように高明度域では低明度域と比較して相対的に精度が悪くなってしまう。しかし、本発明のように入力階調値を定義することにより、入力階調値の値域を増やすことなく、高明度で高精度にインク記録率を定義することができる。

上述の定義により、入力階調値とインク記録率とが対応づけられると、インク色毎に入力階調値を規定することによって印刷される色を特定することが可能になる。一方、上記他の画像機器で使用する各色の色成分値（例えば、RGB 各色の色成分値や CMYK 各色の色成分値等）を組み合わせると上記他の画像機器における色が特定される。そこで、入力階調値の組み合わせと上記色成分値との組み合わせを対応づけることにより、両者を色変換するテーブルデータやプロファイルを作成することが可能になる。

尚、上記入力階調値はハーフトーン処理モジュールに対する入力値であり、ハーフトーン処理モジュールは入力階調値によって定義されるインク記録率に従ってドットマトリクス状の画素毎に記録するドットの有無を決定するモジュールである。従って、入力階調値を上述のように定義するとともにハーフトーン処理モジュールの出力値に従って印刷を行うことにより、高明度でインク記録率を細かく制御しながら印刷を実行することが可能になる。

さらに、上述の定義によって作成された対応関係定義データを参照して上記他の画像機器での色成分値を色変換することにより、高明度の色を高精度に色変換することが可能になる。また、インク記録率は、単位面積当たりに記録されるドットの面積あるいはドットカウント数に相当し、単位面積当たりにドットが記録されていない状態を 0 %、単位面積当たりに最大数のドットが記録されている状態を 100 %としている。

同様の定義における対応関係定義データの作成方法として、パッチデータの測色を利用することも可能である。例えば、印刷装置で出力した複数のパッチを測色し、測色結果から他の画像機器で使用する各色の色成分値と印刷装置で使用する

る各インク色毎のインク量に対応する階調値との対応関係を規定した対応関係定義データを作成可能である。このとき、上記インク量に対応する階調値の全階調数より少数の参照値を各インク色毎に抽出して組み合わせ、上記複数のパッチを特定したパッチデータを生成する。そして、パッチデータに対してハーフトーン処理を実行して上記複数のパッチを印刷し、印刷された複数のパッチを測色して得られる測色データに基づいて上記対応関係定義データを生成する。

この対応関係定義データにおいて、上記インク量に対応する階調値を上記入力階調値と同様に定義する。すなわち、所定の値域内に存在する整数値かつ高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より当該階調値の単位変化に対応するインク記録率の変化が小さくなるように定義する。また、ハーフトーン処理を行うにあたり、階調値の定義に従って上記パッチデータの参照値に相当するインク量を解釈して上記ハーフトーン画像データを生成する。

かかる構成により、高明度の色を指定したパッチについて色の微妙な変化を忠実に反映しながら印刷することができ、このパッチを測色して得られる測色データは高明度のパッチについても高精度に色を特定している。従って、この測色データに基づいて上記他の画像機器で使用する各色の色成分値と印刷装置で使用する各インク色毎のインク量に対応する階調値との対応関係を規定することにより、高精度に色変換可能な対応関係定義データを作成することが可能になる。

また、ハーフトーン処理においては、上記階調値の定義に従ってインクドットの有無を決定し、ドットの有無を示すハーフトーン画像データを取得することができればよい。すなわち、高明度域に相当する階調値と低明度域に相当する階調値では階調値の単位変化に対するインク記録率の変化が異なり、この定義において各階調値が意味するインク記録率を解釈してそのインク記録率となるようにドットの有無を決定する。このハーフトーン画像データにおいては、ドットの有無を特定していればよく、ドット有りの場合にさらにそのドットの大きさ（インクの量）に差を持たせても良い。

尚、上述のように、高明度でのインク記録率の単位変化に対する明度の変化は低明度でのインク記録率の単位変化に対する明度の変化より大きい。このため、一般的なインクでは、各インク色で表現可能な最低明度を含む所定の明度域では

インク記録率を変化させても明度がほとんど変化しない。そこで、このようなインク色で表現可能な最低明度を含む所定の明度域を除外して上記インク量に対応する階調値を定義することも可能である。

すなわち、インク記録率の値域の一部に全階調値を割り当てて上記インク量に対応する階調値を定義する。これにより、印刷媒体上で実質的な明度変化を表現できないようなインク記録率を除外し、実質的に明度が変化し得るインク量にのみ階調値を割り当てることができる。従って、限られた容量でより有効にインク量を階調表現することが可能であり、より微妙な階調変化を表現することが可能になる。

ここで、インク記録率の値域は、印刷媒体にインクを記録しない状態を最小のインク記録率とし、印刷媒体にインクを最大限記録した状態を最大のインク記録率として定義される。尚、簡略のために、インク記録率の値域の一部として全インク色について共通の値域を採用しても良いが、各インク毎に明度の変化率が異なることに鑑みて各インク毎に異なる値域を上記インク記録率の値域の一部として採用しても良い。また、この思想はクレーム10に係る発明に適用することも可能である。すなわち、インク記録率の値域の一部に全階調数を割り当てて上記入力階調値を定義しても良い。

さらに、本発明においては、高明度域の分解能が低明度域の分解能より相対的に高くなった対応関係定義データを作成することができればよい。このために、対応関係定義データを作成する段階でインク量と階調値の大小とを略線形に対応させた第1階調値データに対して補正を行っても良い。すなわち、高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より大きな増加率で補正すれば、高明度域であるほどインク記録率の単位変化に対応するインク値データの階調数を増加させることができる。

また、当該第1階調値データに対して階調値が小さな値であるほど補正後の増加率が大きくなるように補正を行ってもよく、この補正によれば第1階調値データが小さな値であるほど補正後のインク値データにおける階調数を増加することができる。かかる構成においては、インク値データが小さいほど高明度を示すこととし、このインク値で特定されるインク量によって印刷した結果を測色する

ことによって対応関係定義データを作成すれば、高明度域の分解能が低明度域の分解能より相対的に高くなった対応関係定義データを作成することができる。

いずれにしても、特定の記憶容量では表現可能な階調数が限られているので、第1階調値データに対して補正を行って、インク値データの大小とインク量とを非線形に対応させる。これにより、階調表現に必要な記憶容量を維持しつつもインク値の相対的な分解能を明度域毎に変更することができ、この仕組みを対応関係定義データに組み込むことにより、高明度域で高精度の色変換を実施することが可能になる。

8 b i tで256階調を表現する場合、各階調値は整数値であり、小数点以下は切り捨てあるいは四捨五入されることになる。従って、 $\gamma$ 補正をすることで高明度域のインク値によってインク記録率の間隔をより多階調で表現することは、高明度域での分解能を低明度域と比較して相対的に向上させたものであると言える。また、インク記録率の全値域を等分割して階調表現した従来のインク量階調値と異なる意味のインク値を利用したものであると言える。

本発明は、この考え方を対応関係定義データの作成時に適用したものであり、この結果、インク量の変化に対する明度の変化率が大きな高明度域において非常に高い精度で色変換することが可能になる。対応関係定義データはインク値と上記他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定したデータであり、複数の参照点について両者の対応関係を記述したテーブルデータや所定の関数にて両者の関係を特定するプロファイルデータ等である。

いずれにしても対応関係定義データを作成する際には、実際に印刷した複数のパッチを測色して他の画像機器で使用する各色成分値と対応づけており、上述のように分解能が向上されたインク値で測色対象パッチのインク量を特定する。すなわち、複数の測色対象パッチのインク量を特定するインク値が上記と同様に高明度域では低明度域より高い増加率で補正されたインク値であり、このインク値に従って印刷を実行する。

印刷を実行する際には一般にハーフトーン処理を行って単位面積たりのドットカウントを決定するので、このハーフトーン処理の際に上記分解能が向上された後のインク値が意味するインク量を解釈して印刷を実行する。この結果印刷され

たパッチを測色して対応関係定義データを作成すれば、この対応関係定義データを参照して色変換を行い、色変換後のインク値について上記と同様のハーフトーン処理を行うことによって、高精度に色変換することが可能になる。すなわち、分解能が向上したインク値の体系を利用することで高明度域の色を精度良く表現可能になり、また、高明度域で精度良く色を特定した参照点を参照した補間演算等を実施することにより高精度に色変換を行うことができる。

むろん、各色のインク量を特定する複数のインク値データであって、高明度域の分解能が低明度域の分解能より高いインク値データが予め定義されていれば、このデータを取得して印刷を行えばよい。すなわち、測色対象のインク量を特定するインク値データにおいて高明度の分解能が向上していればよく、分解能が向上しているデータであることを加味してハーフトーン処理を行い、印刷を行うことで、上記高精度に色変換可能な対応関係定義データを作成することができる。

測色に際しては印刷結果の色彩値を取得することができれば良く、L a b 色空間等の機器非依存色空間での座標を示す測色データが得られればよい。対応関係定義データを作成する際には当該機器非依存色空間での座標を示す測色データと他の画像機器で使用する色データが示す色の当該機器非依存色空間での座標とを利用すればよい。

すなわち、機器非依存色空間での座標が複数の色について判明していれば、補間演算等によって任意の色のインク値および他の画像機器で使用する色データを算出することができるので、任意の色について両者の対応関係を算出して対応関係定義データを規定することができる。他の画像機器で使用する色データについては機器非依存色空間での座標を取得する必要があるので、所定の式にて機器非依存色空間での座標を算出可能な s R G B 規格のデータであると好ましい。むろん、他の画像機器での表示色を測色しても良い。

また、本発明において印刷を実行する際にはハーフトーン処理の際に上記分解能が向上された後のインク値が意味するインク量を解釈して印刷を実行することができればよい。このための具体的構成としては逆補正と逆補正の結果得られる小数以下に相当する偏差を反映したハーフトーン処理を採用可能である。すなわち、上記補正に対する逆補正を行う。この結果、逆補正後のインク値は上述のよ



うにインク記録率の0～100%を0～256の各階調に対して均等に割り当てた状態と同様になり、各階調値からインク記録率を把握してインク量を決定することが可能になる。

但し、ここでは逆補正した場合の小数以下に相当する偏差を反映してハーフトーン処理を行うので、高明度で高分解能の状況は維持される。むろん、逆補正した場合の小数以下に相当する偏差を無限に考慮することはできないが、ハーフトーン処理時の能力に応じて小数以下の所定桁数の値まで考慮すれば、高精度に色を特定可能である。また、ここでは逆補正した場合の小数以下に相当する偏差を考慮することができれば良く、実際に逆補正を行う構成の他、上記補正後のインク値データのそれぞれについて対応するインク記録率をより高ビット数で特定した値を予め記憶しておいても良い。

また、本発明は上述の対応関係定義データを参照して色変換を行って印刷を行う印刷制御装置としても機能する。すなわち、この対応関係定義データを参照することにより、高明度の色について高精度に色変換を行いつつ印刷を実行することができ、高明度域でのトーンジャンプを防止することができる。

さらに、上述の対応関係定義データを作成する装置も本発明の技術思想を利用していると言え、クレーム19、クレーム20のようにクレーム13、クレーム14に対応した対応関係定義データ作成装置を構成することもできる。むろん、クレーム15～クレーム18に対応させた構成にすることも可能である。また、このような対応関係定義データ作成装置は単独で実施される場合もあるし、ある機器に組み込まれた状態で他の装置、方法とともに実施されることもあるなど、発明の思想としてはこれに限らず、各種の態様を含むものであって、ソフトウェアであったりハードウェアであったりするなど、適宜、変更可能である。

発明の思想の具現化例として色変換テーブル作成方法、装置を実施するソフトウェアとなる場合には、かかるソフトウェアにおいても当然に発明として機能し、利用される。従って、本発明はクレーム09のように色変換テーブル作成プログラムとしても実現可能であり、その場合は、クレーム04～クレーム07に対応させた構成にすることも可能である。また、本発明はクレーム21、クレーム22のように対応関係定義データ作成プログラムとしても実現可能であり、その場

合は、クレーム１５～クレーム１８に対応させた構成にすることも可能である。むろん、その記録媒体は、磁気記録媒体であってもよいし光磁気記録媒体であってもよいし、今後開発されるいかなる記録媒体においても全く同様に考えることができる。さらに、一次複製品、二次複製品などの複製段階については全く問う余地無く同等である。

その他、供給方法として通信回線を利用して行なう場合でも本発明が利用されていることにはかわりない。さらに、一部がソフトウェアであって、一部がハードウェアで実現されている場合においても発明の思想において全く異なるものではなく、一部を記録媒体上に記憶しておいて必要に応じて適宜読み込まれるような形態のものとしてあってもよい。また、必ずしも全部の機能を当該プログラム自身で実現するのではなく、外部のプログラムなどに実現させるようなものであっても良い。その場合であっても、各機能をコンピュータに実現させ得るものであればよいからである。

#### **Brief deskription of the Drawings**

図１は、色変換テーブル作成方法の工程を概略的に説明する説明図である。

図２は、インク滴の記録率（％）とその明度Ｌとの関係を示す図である。

図３は、参照点の変化ピッチを小さくする様子を説明する説明図である。

図４は、色変換テーブル作成処理を示すフローチャートである。

図５は、コンピュータのブロック図である。

図６は、 $\gamma$ 補正を実施したときの値の変化例を示す図である。

図７は、ハーフトーン処理の説明図である。

図８は、印刷時にＬＵＴを使用するコンピュータのブロック図である。

図９は、色変換を実施にする仕組みを説明する説明図である。

図１０は、トーンジャンプを低減する仕組みを説明する説明図である。

図１１は、高インク記録率の一部を除外する例を説明する説明図である。

図１２は、高インク記録率の一部を除外した補正の説明図である。

図１３は、色変換テーブル作成方法の工程を概略的に説明する説明図である。

図 1 4 は、色変換テーブルを作成処理を示すフローチャートである。

図 1 5 は、色変換テーブル作成装置の構成を示すブロック図である。

図 1 6 は、分版およびγ補正を実施したときの値の変化例を示す図である。

図 1 7 は、ハーフトーン処理の説明図である。

## Description of the Preferred embodiments

ここでは、下記の順序に従って本発明の実施の形態について説明する。

### A. 第一の実施例

(1) 色変換テーブル作成の概要：

(2) 色変換テーブル作成のための装置および処理：

(3) 本発明によって作成した L U T を利用した印刷：

(4) 変形例：

(1) 色変換テーブル作成の概要：

図 1 は、本発明にかかる色変換テーブル作成方法の工程を概略的に説明する説明図である。この工程は多くの演算処理を必要とするのでコンピュータを利用するのが好ましい。また、実際に印刷を行うので、作成後の色変換テーブルを利用して印刷を行うプリンタにて印刷を行うのが好ましく、後述するハーフトーン処理（HT）としても当該プリンタで採用しているハーフトーン処理と同じアルゴリズムであることが必要とされる。

本実施形態における色変換テーブルは、 $17^{3}$ 個の参照点について RGB データと CMYK l c l m データとの対応関係を定義したテーブルであり、これらの参照点を参照して補間処理を実施することによって任意の色について RGB データと CMYK l c l m データとを対応づけることができる。尚、本実施形態において RGB データは、コンピュータ用ディスプレイにて使用される s RGB 規格準拠のデータであり各色 256 階調（0～255 の整数値で各色の階調を指定したデータ）で階調表現した RGB 各色の組み合わせによって色を表現している。CMYK l c l m データは、本実施形態にかかるプリンタにて吐出彩量量を特定するためのデータであって各色 256 階調（0～255 の整数値

で各色の階調を指定したデータ）であり、各色の組み合わせによって色を表現している。

プリンタによって印刷を行うために、色変換テーブルでは上記RGBデータとCMYK1c1mデータとを対応づける必要があるが、CMYK1c1mデータはプリンタの機器依存色であることから、色変換テーブルを作成する際には一般にプリンタでの実際の印刷結果を測色する。そして、機器非依存色空間で上記RGBデータとCMYK1c1mデータとによる色を対応づけることによって色変換テーブルを作成する。

本実施形態では、当該機器非依存色空間としてLab色空間（通常、この空間を $L^*a^*b^*$ と表記するが、本明細書では簡単のため\*を省略して表記する。以下同じ）を採用しており、色変換テーブルの作成工程では、まず、RGBデータとCMYK1c1mデータとのそれぞれについてLab色空間の座標値を特定する。RGBデータについては上述のようにsRGB規格に準拠しており、sRGBデータは所定の変換式によってLab色空間内の座標値に変換することができる。図1においては、変換後の座標を $L_{00}$   $a_{00}$   $b_{00}$ と表記しており、この段階で複数のRGBデータについてLab色空間内の座標値に変換する。

色変換テーブルにおいては、RGBデータとCMYK1c1mデータとで表現される任意の色について色変換を実施可能にするため、上記参照点はディスプレイおよびプリンタの色域の略全域に分布していることが好ましい。しかし、ディスプレイとプリンタの色域は一般的には異なるので、ディスプレイでの色をプリンタで表現可能な色に変換する色域マッピングを行う。また、画像出力を行う際には肌色や空の青色など、実際の色をそのまま出力するより、人間の記憶色に近い色に変換した方が高画質に見えることが多いので、この類の色については実際の色を記憶色に変換する。図1では、このようにして上記座標 $L_{00}$   $a_{00}$   $b_{00}$ を変換して得られるLab色空間内の座標を $L_{01}$   $a_{01}$   $b_{01}$ と表記しており、上記複数のRGBデータは当該 $L_{01}$   $a_{01}$   $b_{01}$ と対応づけられる。

一方、CMYK l c l mデータはインク量を特定するインク値データであって機器依存色である。従って、実際に印刷を行ったパッチを測色機によって測色することによってL a b色空間内の座標値を取得する。但し、CMYK l c l mデータは6色のインクの各インク量を適宜組み合わせることによって任意の色を表現するデータであり、多数の組み合わせによって非常に似た色を表現することが可能である。

本実施形態においては10<sup>3</sup>個のパッチを測色するが、インク量空間内で異なる座標であっても似た色は非常に多く存在するので、何ら規則無く測色対象となるインク量の組み合わせを決定してもプリンタの色域の略全域に分布し、また、任意の色について色変換する際に好ましい6色の組み合わせを選定することは困難である。そこで、一般的には仮想CMY値を6色インク量に変換する分版処理が行われており、本実施形態においても分版処理の考え方を利用する。

分版処理では、CMYの3色について各色256階調で表現しつつ各色を直交軸とした3次元空間（仮想CMY空間）を考え、この仮想CMY空間中で測色対象となる色を示す座標値を決定するとともに、当該座標値を所定の変換式によって6次元のインク値に変換する。すなわち、3次元空間中での座標値を6次元空間中の座標値に変換する変換式を作成するのは容易なので、まず10<sup>3</sup>個の測色対象を3次元の仮想CMY空間内で特定し、この変換式で3次元から6次元への変換を行ってCMYK l c l mデータを決定する。

この分版処理においては、分版処理後のCMYK l c l mデータからインク記録率を特定できるように変換を行っている。最も単純にはインク記録率の0～100%を0～255の各階調に対して均等に割り当てることによって各インク値からインク記録率を特定できるように変換するが、むろん、印刷媒体に対する最大インク記録量の制限やブラックインクの利用制限など種々の制限を加味して変換を行う変換式によって分版を行うことが可能である。いずれにしても、分版処理後のCMYK l c l mデータからインク記録率が特定される。

以上のようにしてCMYK l c l mデータを特定すると、各色256階調のインク量空間で測色対象となる10<sup>3</sup>組の座標値が得られることにな

り、この座標値が示す色のパッチを印刷する。インクジェットプリンタにおいては各ドットについて2～4の階調数、すなわちインク滴を記録する状態と記録しない状態の2階調やインク滴の非記録状態と大中小ドットのそれぞれを記録した状態の4階調等によって階調表現を行うので、上記256階調の各色インク量についてハーフトーン処理を行ってプリンタにおける各ドットの階調を表すデータに変換する。このデータに基づいて印刷を行うと10<sup>3</sup>個のパッチが得られるので、これらを測色機によって測色することによって10<sup>3</sup>個のパッチについてL a b色空間内の座標値を特定することができる。図1においては、この座標値をL<sub>2</sub> a<sub>2</sub> b<sub>2</sub>として示している。

以上の工程によって上記256階調のCMYK l c l mデータに対応する座標値L<sub>2</sub> a<sub>2</sub> b<sub>2</sub>と256階調のRGBデータに対応する座標値L<sub>1</sub> a<sub>1</sub> b<sub>1</sub>とを特定することができるので、これらからRGBデータとCMYK l c l mデータとの対応関係を決定する。座標値L<sub>2</sub> a<sub>2</sub> b<sub>2</sub>と座標値L<sub>1</sub> a<sub>1</sub> b<sub>1</sub>とが同じ色を示しているわけではないが、色空間において10<sup>3</sup>個の座標値が存在するので、座標値L<sub>2</sub> a<sub>2</sub> b<sub>2</sub>から補間演算によって任意のCMYK l c l mデータを算出可能であり、座標値L<sub>1</sub> a<sub>1</sub> b<sub>1</sub>から補間演算によって任意のRGBデータを算出することができる。従って、補間演算によってRGBデータとCMYK l c l mデータとの対応関係を規定することができ、この結果、上述の色変換テーブルを決定することができる。

以上の工程によって色変換テーブルを決定することができるが、この色変換テーブルでは特定の色についてトーンジャンプを発生させることなく色変換することはできなかった。すなわち、一般にインク量が一定の率で増加したときにその明度は一定の率では変動せず、上記分版ではこのインク量の変動による明度変化に的確に対応した色変換テーブルを特定することができなかった。

図2は、各色インク毎に単位面積あたりに記録するインク滴の記録率(%)と

その明度 $L$ との関係を示す図であり、具体例として $K C 1 c$ インクのそれぞれについて示している。同図に示すように、インク記録率の変化に対する明度変化は一定ではなく、その曲線は全色で下に凸である。すなわち、インク滴数が少ない高明度領域ではインク滴数の増大に伴って明度が大きく変化するが、低明度領域になるほどインク滴数の増大に伴って明度の変化が鈍くなる。

また、インクの色自体が濃くなるほど低明度領域でのインク記録率に伴う明度変化率低下の傾向が強くなる。さらに、色変換テーブルでは全階調値について $R G B$ データと $C M Y K 1 c 1 m$ データとの対応関係を定義しているのではなく、上述のように複数の参照点について両者の対応関係を定義しており、 $C M Y K 1 c 1 m$ データの補間精度は $C M Y K 1 c 1 m$ データの各値について異なってくる。

すなわち、 $C M Y K 1 c 1 m$ データの補間精度は、補間によって得られる $C M Y K 1 c 1 m$ データにて印刷を実行した場合の色と変換元の $R G B$ データに相当する色とが一致しているほど高いと言え、補間精度が悪いとトーンジャンプが発生し得る。例えば、各色インク量の値域に略均等に参照点を設けると、各色インク量が小さい高明度域の補間精度は各色インク量の大きい低明度域の補間精度より悪くなる。この場合には高明度に相当する参照点間で記録率変化に対する明度変化が線形ではないし、明度の絶対値も大きく変動するため、わずかなインク量の差異が実際の明度変化として大きく表れるからである。

上記分版のように画一的な変換式で仮想 $C M Y$ 値をインク値に変換すると、このようなインク量の値ごとの特性に対応することが困難であったので、本発明においては、この分版処理の後あるいは分版処理時にその $C M Y K 1 c 1 m$ データを分解能向上のために $\gamma$ 補正し、高明度を示す $C M Y K 1 c 1 m$ データに相当する参照点で正確に色を記述するようにしている。すなわち、図2の破線に示すようにインクの特性と逆特性になるような上に凸の入出力特性曲線（インク量階調値の入力値を所定の出力値に変換するに際して、インク記録率の値域と入力値域を一致させ、明度値域を出力値域に一致させた場合に図2の破線のような曲線）で $\gamma$ 補正をしている。この分解能向上用 $\gamma$ 補正後の $C M Y K 1 c 1 m$ データについてハーフトーン処理を行う際に後述する $\gamma$ 解釈（逆 $\gamma$ 補正）を行って、分

解能向上用 $\gamma$ 補正の前の数値体系で小数点以下に相当する値をも考慮することにより、高分解能での印刷が可能になる。

一方、以上のように分解能向上のための $\gamma$ 補正によって高分解能での印刷を実施可能にするのは高明度域の色であり、低明度域の色については相対的に分解能が低下するので、この低下を補償するために、低明度を与えるCMYK 1 c 1 mデータは高明度を与えるCMYK 1 c 1 mデータより多数の参照点となるようにしてある。すなわち、低明度を与えるCMYK 1 c 1 mデータに相当する参照点では、近い値の参照点を利用して補間演算を行うことができ、補間精度が向上する。図3は、低明度を与えるCMYK 1 c 1 mデータについて高明度を与えるCMYK 1 c 1 mデータより多数の参照点となるようにする様子を説明する説明図である。同図は仮想CMY空間内の10<sup><SUP>3</SUP></sup>個の測色対象を示す模式図である。同図に示す立方体はCMYの各色を軸にして仮想空CMY空間を示しており、同立方体における格子点によって参照点の存在を示している。

CMY各色の階調値を9等分して各色について10個の階調値を考えるとともに、各色の各階調値を任意に組み合わせる場合同図に示す立方体の格子点が参照点となるが、本発明においては、各色の階調値について補間精度向上用 $\gamma$ 補正を行うことにより、高階調値（低明度に相当）であるほど補正前後の値の変化が大きくなるようにしている。この結果、高階調値であるほど大きな値にシフトしている。例えば、補間精度向上用 $\gamma$ 補正を施す前にCMY各色の組み合わせが（255，255，198）となっている参照点については、補間精度向上用 $\gamma$ 補正によって（255，255，218）となる。

本実施形態では、入力値を横軸，出力値を縦軸としたグラフにおいて同図右下に示すように上に凸の曲線によって補間精度向上用 $\gamma$ 補正を行っており、この曲線においては入力階調値198が階調値218に変換されるので、CMY各色の組み合わせが上述のように変換される。このように各色について補間精度向上用 $\gamma$ 補正を施すことによって、低明度の色を多数にすることができる。本発明では補間精度向上用 $\gamma$ 補正を行って得られたCMYK 1 c 1 mデータによって特定される色について測色パッチを印刷しているので、この測色結果を用いて色変換テーブルを作成する際に低明度域での色を精度良く定義することができる。



従って、結果として得られた色変換テーブルで色変換を実施する際に低明度域での色を精度良く変換することが可能になり、低明度での補間精度を向上することができる。尚、この補間精度向上用 $\gamma$ 補正は分版処理前あるいは分版処理時のいずれに実施しても良い。以上のように、本実施形態では分解能向上用 $\gamma$ 補正と補間精度向上用 $\gamma$ 補正を利用することによって高明度域で分解能を向上させ、低明度域で補間精度を向上している。むろん、補間精度向上用 $\gamma$ 補正のみを利用して低明度の色を多数にしたインク値データを利用しても補間精度を向上することは可能である。

## (2) 色変換テーブル作成のための装置および処理：

本発明においては、補間精度向上用 $\gamma$ 補正と分解能向上用 $\gamma$ 補正とによってトーンジャンプの発生を低減しており、以下においてはより具体的にそのための装置および処理を説明する。図4は本発明にかかる色変換テーブル(LUT)を作成するための処理を示すフローチャートであり、図5は当該処理を実行するためのコンピュータの構成を示すブロック図である。また、図6は仮想CMY値に対して補間精度向上用 $\gamma$ 補正を施し、CMYK1c1mデータに分版し、さらに分解能向上用 $\gamma$ 補正を実施したときの値の変化例を示す図である。

コンピュータ10は演算処理を実行する演算処理部11とデータを蓄積するHDD12とを備えている。また、図示しないインタフェースを介してプリンタ20と接続されており、コンピュータ10から印刷データを出力して印刷を実行することができる。

さらに、コンピュータ10では測色機30によって測色して得られた測色データを取り込むことができる。この測色データは所定の入力機器にて入力したり、記録媒体を介して入力したり、所定のインタフェースを介して接続してデータ転送することによって入力したりするなど、種々の態様を採用可能である。

演算処理部11においては、色変換テーブルを作成するための所定のプログラムを実行して演算処理を実行することができ、分版処理部11bはステップS100にて10<sup>3</sup>個の測色用仮想CMY値を取得する。本実施形態においてこの測色用仮想CMY値は仮想CMY空間中に均等に配置された格子点の

値に相当する。すなわち、図 6 の左端に示すように測色用仮想 CMY 値は各色階調値域を略 9 等分して得られる階調値を任意に組み合わせて得られた値である。また、この仮想 CMY の階調値域は、0 ～ 255 であり、整数にて階調値を定義する。さらに、CMY の 3 色のインクを想定した場合には、そのインク量と階調値とが線形に対応すると考える。

測色用仮想 CMY 値は補間精度向上用  $\gamma$  補正部 11a に入力され、ステップ S105 にて補間精度向上用の  $\gamma$  補正が実施される。この補間精度向上用  $\gamma$  補正は上述のように上に凸の入出力特定曲線によって各色毎に実行されるので、図 6 の左から 2 列目のテーブルに示すように CMY の各値が小さいときには各値が大きい場合より補正前後の増加率が大きくなる。（例えば、C の値 0 ～ 25 が 0 ～ 60 になるが、Y の値 170 ～ 193 が 198 ～ 215 になる）なる。また、この補正後の階調値の大小とインク量とにおいても両者が線形に対応すると考える。従って、階調値域を均等に分割して得られる階調値の組み合わせと比較して、補間精度向上用  $\gamma$  補正後は低明度の色が多くなっている。

ステップ S105 にて補間精度向上用  $\gamma$  補正が実施された仮想 CMY 値は分版処理部 11b に入力され、分版処理が実施される。分版処理は所定の分版関数に上記補間精度向上用  $\gamma$  補正後の仮想 CMY 値を代入することによって実施される。この分版関数は HDD12 に保存された分版関数データ 12a によって定義されている。むろん、関数への代入ではなく LUT を利用した補間処理によって分版処理を行っても良い。

分版においては、厳密ではないものの分版前後の色が一致するとしており、分版後の CMYK l c l m データの値は 0 ～ 255 の整数値である。また、分版後の CMYK l c l m データの値の大小とインク量とが線形に対応すると考える。この結果、分版後の CMYK l c l m データにおいても上述の補間精度向上用  $\gamma$  補正後と同様の色を示していることになり、図 6 の左端に示す仮想 CMY 値（補正前参照値）と比較して低明度の色が多くなっている。従って、この CMYK l c l m データで印刷した結果を測色して補間演算を行うと、低明度色は高明度色と比較して近い値の参照点を利用して補間処理をすることが可能であり、低明度で高精度に色変換可能な色変換テーブルを作成することができる。尚、分版処理

の後に補間精度向上用 $\gamma$ 補正を行うのであれば、分版処理後のCMYK 1 c 1 mデータの各階調値が上記クレームの補正前階調値に該当し、階調値を抽出して組み合わせたものが補正前参照値に該当する。

分版処理部 1 1 b が分版によってCMYK 1 c 1 mデータを生成すると、分解能向上用 $\gamma$ 補正部 1 1 c はステップ S 1 2 0 において当該CMYK 1 c 1 mデータに対して各色毎に上記図 2 に示す破線のような特性曲線による分解能向上用 $\gamma$ 補正を実施する。すなわち、上に凸の入出力特定曲線によって $\gamma$ 補正される。従って、図 6 の右端に示すように、他の階調値と比較して小さな値であるほど大きな増加率で補正される。

この分解能向上用 $\gamma$ 補正後の階調値においては、階調値の大小とインク量とが線形に対応しておらず、高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より当該階調値の単位変化に対応するインク記録率の変化が小さくなるように定義する。すなわち、本実施形態において、分版後のCMYK 1 c 1 mデータはインク記録率と線形に対応しているが、分解能向上用 $\gamma$ 補正後のデータではその値の意味が異なりインク記録率と非線形に対応している。この結果、小さな階調値であるほど後述するように小数点以下の詳細な値まで反映してハーフトーン処理を実行することが可能になり色変換の精度が向上する。分解能向上用 $\gamma$ 補正部 1 1 c が $\gamma$ 補正を行って得られた $\gamma$ 補正後のインク値データ 1 2 b はHDD 1 2 に保存される。

尚、上記補間精度向上用 $\gamma$ 補正および分解能向上用 $\gamma$ 補正の前後において入力値の最小値および最大値は値が変わらないようにしてあり、出力値は整数としているので、 $\gamma$ 補正後の値も整数であり、値域は0～255である。ここで、補正後の値を整数としているので、整数化の結果としては総ての値について分版後のCMYK 1 c 1 mデータの値が小さいほど $\gamma$ 補正前後の値の変化が大きくなるとは限らないが、少なくとも $\gamma$ 補正の段階では、値が小さいほど $\gamma$ 補正前後の値の変化が大きくなるように補正する。また、図 6 の右から2列目、右端のいずれに示すデータもCMYK 1 c 1 mの各インク色毎のデータであるので、本明細書においては、前者を分版後のCMYK 1 c 1 mデータ、後者をインク値データとして区別する。

また、本実施形態において、分版後のCMYK 1 c 1 mデータは階調値の大小とインク量とが略線形に対応しているので、上記クレームの第1階調値データに相当する。この場合、仮想CMYによって形成される色空間が上記インク色数より少ない色成分で構成される所定の色空間に相当する。インク値データはハーフトーン処理部11cに入力される値であり、測色対象となるパッチを特定するので上記クレームのパッチデータである。尚、分版を行うことが必須ではないので、分版後のデータのみが上記第1階調値データに相当するわけではなく、階調値の大小とインク量とが略線形に対応すれば第1階調値データになり得る。例えば、分版処理を行わない場合には、上記補間精度向上用 $\gamma$ 補正後の仮想CMYが第1階調値データに相当する。

ハーフトーン処理部11dはステップS130にて当該分解能向上用 $\gamma$ 補正後のCMYK 1 c 1 mの各色インク量に基づいてプリンタ20での吐出インク滴を特定するハーフトーン処理を行う。ハーフトーン処理部11dは $\gamma$ 解釈部11d1と階調数低減部11d2とを備えており、 $\gamma$ 解釈部11d1は上記インク値データ12bに分解能向上用 $\gamma$ 補正が施される前の値を算出することができる。階調数低減部11d2は当該分解能向上用 $\gamma$ 補正前の値に基づいてハーフトーン処理を実行し、プリンタ20での各画素について吐出インク滴を特定した中間データを生成する。但し、このハーフトーン処理においては、上記分解能向上用 $\gamma$ 補正後の値から $\gamma$ 補正前であれば小数に該当する値まで把握し、当該小数以下の数値差も反映させながらハーフトーン処理を行う。

すなわち、ハーフトーン処理においては単位面積当たりに記録するドットカウントを調整することによって階調表現をすべくプリンタ20での各画素の吐出インクを特定するが、CMYK 1 c 1 m各色について256階調で表現した場合には、その1階調変化に相当するドットカウントの変化は1ではなく、多数のドット変化になる。従って、ハーフトーン処理においては本来上記小数以下に相当する微妙な変化も表現することができ、小数以下に相当するデータを有していれば、より高精度で色を出力することが可能になる。

図7は、このハーフトーン処理を説明するための説明図である。同図左端には、Cインクのインク値データを例示してあり、同図中央左列には $\gamma$ 解釈部11d1

による解釈後のデータを示している。本実施形態において、同列に示す小数以下を含む数値は、Cインクのインク値データに対して上記分解能向上用 $\gamma$ 補正と逆の入出力特性をもつ逆 $\gamma$ 補正を実施することによって算出することができる。この逆 $\gamma$ 補正においては、入力値を所定の出力値に変換するに際して、入力値の最小値および最大値は値が変わらないようにしてある。

従って、逆 $\gamma$ 補正後の値の値域も0～255である。本実施形態において逆 $\gamma$ 補正後の値の大小で単位面積当たりに記録するドットカウントの大小を示しており、値0がインク記録率0%，値255がインク記録率100%を示し、値1がインク記録率 $100 \times 1 / 255$ %を示すが、図7の中央左列に示すように、値1.002以下に0.036～0.0810の7個の値が存在する。従って、 $100 \times 1 / 255$ %以下のインク記録率の差異を反映しながらハーフトーン処理を行うことができる。

また、図7に示すように、インク値データの値が小さいほど当該インク値データの単位変化（すなわち、インク値データにおける”1”の変化）に対するインク記録率の変化が小さい。例えば、インク値データ”1”から”2”へ変化したとき、対応するインク記録率は”0.036”から”0.109”へと変換し、その変化は”0.073”であるのに対し、インク値データ”34”から”35”へ変化したとき、対応するインク記録率は”10.126”から”0.480”へと変換し、その変化は”0.480”であり、前者のインク記録率の変化の方が小さい。

このため、本実施形態に係るインク値データでは、インク記録率が小さな高明度域でより微小なインク記録率の変化を表現可能であると言えるし、高明度域でインク値データの分解能が高いとも言える。尚、本発明のように、分版後のCMYKlcImデータに対して分解能向上用 $\gamma$ 補正を行い、ハーフトーン処理時に $\gamma$ 解釈を行わない場合、図7の中央左列に示すような小数点以下の数値は四捨五入等によって総て丸められる。このため、図7の右端に示すように $100 \times 1 / 255$ %以下のインク記録率は0としか表現できないなど、高明度域で微小なインク記録率の変化を表現することはできない。従って、高明度域で高精度に色変換する対応関係を定義することはできない。

また、逆 $\gamma$ 補正後の小数点以下に相当するデータを図7の中央左列に示すように少数点のまま扱っても良いが、むしろ、整数値に変換して扱っても良い。例えば、図7の中央右列に16bitとして示したように、16bitの容量で記述される階調値に変換しても良い。すなわち、 $\gamma$ 解釈時にインク値データを16bitのデータに変換し、65535階調の数値でインク記録率を表現するように構成してもよく、この場合にも上記と同様に逆 $\gamma$ 補正をした場合の小数以下に相当する偏差を反映しつつハーフトーン処理を実施することに相違はない。

尚、インク値データから16bitのデータへ変換するに際しては、予めインク値データと変換後の16bitデータとを対応づけるテーブルを作成し、これを参照するように構成するなどして実現可能である。いずれにしても、ハーフトーン処理部11dの階調数低減部11d2においてドットの吐出、非吐出を決定するための閾値として上記小数以下の数値を含む値あるいは16bitで定義された値を採用することにより、小数以下に相当する偏差を反映しつつハーフトーン処理を実施することができる。

以上のような仕組みを備える本発明によって作成された色変換テーブルを参照して色変換を行うことによって、全明度域でトーンジャンプの発生を防止することができる。すなわち、仮想CMY値に対して補間精度向上用 $\gamma$ 補正を施すことによって低明度に相当するCMYK1c1mデータをその値に近いインク値データからの補間によって算出可能にし、補間精度を向上させる。ここでは、分解能向上用 $\gamma$ 補正によって相対的に低下する低明度の分解能を補償するように補間精度を向上させることができればよい。さらに、CMYK1c1mデータに対して分解能向上用 $\gamma$ 補正を実施し、分解能向上用 $\gamma$ 補正後の値で色変換を実施することにより、小数点以下に相当する値まで考慮してハーフトーン処理を行うことができ、高明度の色を表現する際の分解能が向上する。以上の双方によって色変換の精度が向上する。

印刷データ生成／出力部11eは、当該ハーフトーン処理後のデータをプリンタ20の各ノズルでのインク滴吐出順に並べる等の処理を行ってCMYK1c1mデータに対応するパッチを印刷するための印刷データを生成し、プリンタ20に対して出力する。この結果、プリンタ20においては、10<sup>3</sup>個

の測色パッチを印刷する（ステップS 1 4 0）。

測色パッチを印刷した後には、測色機 3 0 にて当該測色パッチを測色する（ステップS 1 5 0）。測色機 3 0 は測色対象の L a b 座標値を測色データとして取得する機器であり、取得した測色データはコンピュータ 1 0 の L U T 作成部 1 1 g に取り込まれる。

以上の処理によって測色用仮想 C M Y 値に対応する C M Y K 1 c 1 m データについて機器非依存色空間である L a b 色空間内の座標値（上記図 1 の L<sub>2</sub> a<sub>2</sub> b<sub>2</sub> に相当）が得られたことになる。一方、ステップ S 1 6 0 以降では、R G B データに対応する L a b 色空間内の座標値を取得するための処理を行う。尚、このステップ S 1 6 0、S 1 7 0 は上記ステップ S 1 0 0 以前に実行しても良い。

ステップ S 1 6 0 では、s R G B データ変換部 1 1 f が予め用意された s R G B 値を取得し、所定の変換式によって L a b 色空間内の座標値に変換する（上記図 1 の L<sub>0</sub> a<sub>0</sub> b<sub>0</sub> に相当）。尚、当該 s R G B データ変換部 1 1 f による変換対象は 1 0<sup>3</sup> 個程度であり、R G B 各色の値域を 9 等分して得られる座標を任意に組み合わせるなどして予め変換対象を特定しておけばよい。s R G B データ変換部 1 1 f は、さらにステップ S 1 7 0 にて上記色域マッピングおよび記憶色等を考慮した補正を行う。この結果、上記図 1 の L<sub>1</sub> a<sub>1</sub> b<sub>1</sub> に相当する座標値が得られる。

この座標値は上記 L U T 作成部 1 1 g に取り込まれる。このステップ S 1 7 0 と上記ステップ S 1 5 0 にて L U T 作成部 1 1 g は上記図 1 に示す L<sub>1</sub> a<sub>1</sub> b<sub>1</sub> と L<sub>2</sub> a<sub>2</sub> b<sub>2</sub> とを取得しており、ステップ S 1 8 0 においては補間処理によって複数の参照点について R G B データと C M Y K 1 c 1 m データとの対応関係を定義する。

ここでは R G B データと C M Y K 1 c 1 m データとの対応関係とが定義され

ば良い。L a b 色空間内の任意の座標に対応するR G BデータおよびC M Y K l c l mデータは補間演算によって算出することができるので、当該L a b座標値を介して任意の色について両データの対応関係を定義することができる。ステップS 1 9 0では、1 7<SUP>3</SUP>個の参照点についてR G BデータとC M Y K l c l mデータとを対応づけ、この対応関係を示すテーブルデータを生成し、HDD 1 2に保存する（L U T 1 2 c）。

（3）本発明によって作成したL U Tを利用した印刷：

このL U T 1 2 cは、プリンタ2 0にて印刷を実行する際に色変換処理を行うために参照され、以下当該印刷を行うための構成を説明する。図8は、印刷時にL U T 1 2 cを使用するコンピュータ構成例を示すブロック図である。コンピュータ1 1 0は汎用的なパーソナルコンピュータであり、プリンタドライバ（P R T D R V）2 1 0と入力機器ドライバ（D R V）2 2 0とディスプレイドライバ（D R V）2 3 0とがO S 2 0 0に組み込まれている。ディスプレイD R V 2 3 0はディスプレイ1 8 0における画像データ等の表示を制御するドライバであり、入力機器D R V 2 2 0はシリアル通信用I / O 1 9 0 aを介して入力される上記キーボード3 1 0やマウス3 2 0からのコード信号を受信して所定の入力操作を受け付けるドライバである。

A P L 2 5 0は、カラー画像のレタッチ等を実行可能なアプリケーションプログラムであり、利用者は当該A P L 2 5 0の実行下において上記操作入力機器を操作して当該カラー画像をプリンタ2 0にて印刷させることができる。このようなカラー画像の印刷時に本発明によって作成されたL U T 1 2 cが参照される。A P L 2 5 0にて作成されるカラー画像のカラー画像データ1 2 0 aはR G Bの各色成分を階調表現したドットマトリクス状のデータであり、s R G B規格に準拠したデータであるとともに、HDD 1 2 0に保存される。

上記P R T D R V 2 1 0は印刷を実行するために、画像データ取得モジュール2 1 0 aと色変換モジュール2 1 0 bとハーフトーン処理モジュール2 1 0 cと印刷データ生成モジュール2 1 0 dとを備えている。また、本発明によって作成されたL U T 1 2 cはHDD 1 2 0に保存されている。A P L 2 5 0実行時に利用者が印刷実行指示を行うと、印刷にかかる画像データ1 2 0 aが画像データ取



得モジュール210aに取得され、画像データ取得モジュール210aは上記色変換モジュール210bを起動する。色変換モジュール210bは、RGBデータをCMYK1c1mデータに変換するモジュールであり、LUT12cの参照点を使用して任意のRGBデータをCMYK1c1mデータに変換する。

CMYK1c1mデータは仮想CMY値を $\gamma$ 補正および分版することによって得られるので、LUT12cは低明度域の色を非常に高精度に色変換可能な状況で作成されている。従って、LUT12cにて定義されたRGBデータとCMYK1c1mデータとの対応関係も非常に正確であり、高精度で色変換を実施することができる。図9は、低明度域で高精度に色変換を実施可能にする仕組みを説明する説明図である。同図においては補間にて任意のLab値に対応したCMYK1c1mデータを算出する様子を模式的に示しており、従来の色変換テーブル作成工程での補間処理を左側、本発明での補間処理を右側に示している。位置AはLab色空間内での補間対象位置を示している。

補間処理の手法としては種々の方法があるが、同図においては位置Aに近い参照点を4点抽出し、各参照点から位置Aまでの距離に応じて各参照点での座標成分を重み付け加算して位置Aの座標とする手法を示している。本発明においては、上述のように、低明度域の色が密になっているので、補間精度向上用 $\gamma$ 補正を実施しない従来の状況と比較して位置Aに対してより近い4つの参照点を抽出して補間処理を行うことができる。すなわち、距離 $l_{<SUB>1</SUB>}$ <SUB>0</SUB>である。

補間処理にて得られた位置Aの座標値には通常誤差が含まれ、従来の手法での誤差を $\alpha$ 、本発明での誤差を $\beta$ としたときに、上述のように距離 $l_{<SUB>1</SUB>}$ <SUB>0</SUB>であることから誤差 $\beta < \alpha$ である。従って、本発明によれば、低明度域にてLab色空間内の座標とCMYK1c1mデータとを正確に対応づけることができる。この結果、LUT12cを作成する際にRGBデータとCMYK1c1mデータとを正確に対応づけることができる。両者が正確に対応づけられていると言うことは、逆に、LUT12cを利用して色変換するときに任意のRGBデータを正確にCMYK1c1mデータに対応づけることができ、高精度で色変換を行うことが可能になる。

色変換モジュール 210b が色変換を行って CMYK 1 c 1 m データを生成すると、当該 CMYK 1 c 1 m の階調データは上記ハーフトーン処理モジュール 210c に受け渡される。ハーフトーン処理モジュール 210c は、上記ハーフトーン処理部 11d と同様の処理を行うモジュールであり、 $\gamma$  解釈部 210c1 と階調数低減部 210c2 とを備えている。従って、上記 CMYK 1 c 1 m データがハーフトーン処理モジュール 210 に受け渡されると、 $\gamma$  解釈部 210c1 は上記インク値データに分解能向上用  $\gamma$  補正が施される前の値を算出し、階調数低減部 210c2 はその小数点以下に相当する値をも加味しながらハーフトーン処理を行う。

この結果、CMYK 1 c 1 m 各色でのインク記録率変化に対する明度変化を反映しつつ各ノズルでのインク吐出／非吐出を決定することができる。印刷データ生成モジュール 210d はかかるハーフトーン処理後のデータを受け取って、プリンタ 20 で使用される順番に並べ替えるラスタライズを行う。このラスタライズの後、画像の解像度などの所定の情報を付加して印刷データを生成し、パラレル通信用 I/O 190b を介してプリンタ 20 に出力する。プリンタ 20 においては当該印刷データに基づいて上記ディスプレイ 180 に表示された画像を印刷する。

この印刷処理において、色変換は本発明によって作成された LUT を参照して行われるので、ディスプレイ 180 およびプリンタ 20 の色域全域に渡って高精度に色変換を行うことが可能であり、トーンジャンプの無い高画質の印刷を実施することができる。以下、図 10 に則してトーンジャンプを低減する仕組みを説明する。図 10 の左側には従来のハーフトーン処理の例を示している。この例では、インク値データの階調値  $C_{<SUB>0</SUB>}$  がハーフトーン処理 (HT) によって単位面積当たりのドットカウント  $h$  となるように各画素のインク滴の吐出／非吐出が決定され、階調値 ( $C_{<SUB>0</SUB>} + 1$ ) がハーフトーン処理によって単位面積当たりのドットカウント  $h + 100$  となるように各画素のインク滴の吐出／非吐出が決定される。

分解能向上用  $\gamma$  補正を行わない従来の処理では、ハーフトーン処理後のドットカウントに "100" の差異があったとしてもインク値データの階調値は "1"

の差異があるのみである。任意の色に対応したインク値データはLUTを参照した補間演算によって得られるが、コンピュータで扱う各色の階調数は256でありデータ容量を変動させないとすればインク値データの階調値”1”以内の差異を表現することはできない。従って、従来のハーフトーン処理ではドットカウントの最小ピッチが”100”になる。

一方、図10の右側には本発明のハーフトーン処理の例を示している。この例において階調値 $C_{SUB>0</SUB>}$ に対して分解能向上用 $\gamma$ 補正がなされたデータを $\gamma C_{SUB>0</SUB>}$ と示しており、階調値 $(C_{SUB>0</SUB>} + 1)$ に対して $\gamma$ 補正がなされたデータを $\gamma (C_{SUB>0</SUB>} + 1)$ として示している。 $\gamma$ 補正は入力値と出力値とを $\gamma$ 曲線で補正する手法であり、入力値を横軸、出力値を縦軸としたグラフにおいて原点を通り傾きが1/2の直線では補正をしない状態を示している。ステップS120では、このグラフにおいて上に凸であって原点と最大階調値とでは入出力値が変動しないような $\gamma$ 曲線によって補正を行う。従って、階調値が小さいほど大きな増加率で補正がなされる。

また、図10に示す例では、 $\gamma (C_{SUB>0</SUB>} + 1)$ が $\gamma C_{SUB>0</SUB>} + 10$ と等しい。すなわち、階調値 $\gamma C_{SUB>0</SUB>}$ と階調値 $\gamma (C_{SUB>0</SUB>} + 1)$ との間に9階調レベル $(\gamma C_{SUB>0</SUB>} + 1 \sim \gamma C_{SUB>0</SUB>} + 9)$ 存在するようになる。従って、分解能向上用 $\gamma$ 補正がなされたデータによって参照点が定義されたLUT12cを参照して補間処理を行った場合、階調値 $\gamma C_{SUB>0</SUB>}$ 、 $\gamma C_{SUB>0</SUB>} + 10$ のみならずその間の値も表現することができる。

ハーフトーン処理モジュール210cでは、 $\gamma$ 解釈によってステップS120での $\gamma$ 補正前の値を把握しつつハーフトーン処理を行うので、 $\gamma C_{SUB>0</SUB>}$ はドットカウント $h$ 、 $\gamma (C_{SUB>0</SUB>} + 1)$ はドットカウント $h + 100$ になるように処理しつつ、その間の階調値 $\gamma C_{SUB>0</SUB>} + 1 \sim \gamma C_{SUB>0</SUB>} + 9$ についてもドットカウント $h + 10 \sim h + 90$ になるように処理することができる。すなわち、ドットカウントの最小ピッチが著しく小さくなる。また、本発明では上述のように凸の $\gamma$ 曲線によって、階調値が小さいほど元の値が大きくなるように補正する。従って、厳密には図10に示すようにハー

フトーン後のドットカウントの変化ピッチが一定にはならないが、インク記録率に対する明度の変動率が大きな色について微妙な色の変化を表現しつつハーフトーン処理を行うことができることに相違はない。従って、トーンジャンプを低減することができる。

#### （４）変形例：

以上説明した実施形態は一例であり、高明度域の分解能を低明度域の分解能より相対的に高くし、この結果相対的に低下した低明度の分解能を補間精度で補うように低明度域の色数を多くすることができればよく、種々の構成を採用可能である。出願人の実験によれば、上述の仮想CMY空間に均等に分布する階調値を組み合わせて（必要に応じて分版を行って）分解能向上用 $\gamma$ 補正を実施した場合と、仮想CMY空間に均等に分布する階調値に補間精度向上用 $\gamma$ 補正を実施した場合とでは、後者の方が全明度域で高精度に色変換可能であることが判明している。

また、低明度域の補間精度を向上させることのみに着目すれば、上述のように階調値の小数点以下に相当する値を考慮する構成と組み合わせることなく、低明度域の色を必要に応じて多くする構成のみを採用しても良い。むしろ、色を多くする明度域としても低明度域に限らない。また、測色対象のパッチの色が特定の明度域に偏在していればよいので、偏りを与えるための手法としても $\gamma$ 補正に限らず種々の手法を採用可能である。

さらに、仮想CMY値の全色について同じ $\gamma$ 曲線で補正を行うアルゴリズムであれば非常に簡易な計算で $\gamma$ 補正を行うことができるが、むしろ、各色毎に異なる $\gamma$ 曲線を使用しても良い。さらに、印刷媒体や印刷モードによって $\gamma$ 曲線を変更しても良い。これらの場合、各 $\gamma$ 曲線毎に異なる色変換テーブルを作成することになる。

さらに、上記実施形態においては分版処理を行って得られたデータについて補間精度向上用 $\gamma$ 補正を行っていたが、分版処理後のデータを利用することが必須というわけではない。すなわち、本発明においては、特定の明度域での色数を増加させることによって色変換精度を向上できればよい。従って、分版処理以外の手法で得られた測色対象について $\gamma$ 補正を行って第1階調値データを取得しても

良い。

上記分解能向上用 $\gamma$ 補正後に得られる階調レベル数としても図10に示すように9階調レベルに限られることはない。すなわち、高明度域において精度を向上すると、低明度域においては表現可能な階調レベル数が少なくなるので、両者の兼ね合いで最も都合の良い状態になるように分解能向上用 $\gamma$ 補正を行えばよい。実際には上記分解能向上用 $\gamma$ 補正によって高明度域の分解能を最大で従来の3倍程度、すなわち、CMYK1c1mデータの階調値”1”を階調値”3”に補正する構成であっても非常に高精度に色変換を実施可能である。

さらに、上述の実施形態では、インク記録率の値域の総てに対してインク値データが対応づけられるように分解能向上用 $\gamma$ 補正を行っていたが、上記図2に示すように高インク記録率では、インク記録率の変化に対して明度が大きく変化しない。すなわち、最高インク記録率を含む所定の記録率値域では、実質的に変化のある明度階調表現をすることができない。そこで、インク記録率の値域の一部を利用するため、分解能向上用 $\gamma$ 補正の対象となる分版後のCMYK1c1mデータにおいて、低明度に相当する高インク記録率の一部を除外しても良い。

図11は、分版後のCMYK1c1mデータにおいて、低明度に相当する高インク記録率の一部を除外する例を説明する説明図である。同図に示す実線の曲線は、Kインクにおけるインク記録率に対する明度の関係を示しており、当該Kインクにおいては、インク記録率70%～100%の値域では、ほとんど明度が変化しない。そこで、同図に破線で示す上記実施形態のようにインク記録率0%～100%に相当する分版後CMYK1c1mデータを分解能向上用 $\gamma$ 補正によってインク値データに変換するのではなく、同図に示す一点鎖線のようにしてインク記録率0%～70%に相当するCMYK1c1mデータ（階調値0～179）を分解能向上用 $\gamma$ 補正によって256階調のインク値データに変換する。

図12は、前者および後者の実施形態を説明する説明図である。同図上部には分解能向上用 $\gamma$ 補正によって階調値”0”～”1”の分解能を3倍に変換する例を示し、同図下部には、インク記録率の値域を0%～70%に限定した例を示している。同図上部に示す例において、分版後のCデータは0～255の整数値である。これに対して上述のように値が小さいほど補正後の増加率が大きくなるよ

うに補正し、得られた結果を整数化すれば、同図上部に示すインク値データとなる。

すなわち、分版後のCデータの” 0 ”, ” 1 ” はそれぞれインク値データの” 0 ”, ” 3 ” に変換される。このインク値データに基づいて上述のパッチやカラー画像を印刷する際には、ハーフトーン処理モジュールによって $\gamma$ 解釈がなされる。この $\gamma$ 解釈は先の分解能向上用 $\gamma$ 補正の逆特性に相当する補正であり、インク値データの” 0 ”, ” 1 ”, ” 2 ”, ” 3 ” はそれぞれ” 0 ”, ” 0.254 ”, ” 0.603 ”, ” 1.000 ” に変換される。従って、分版後のCデータの” 0 ” より大きく” 1 ” 以下に相当するインク記録率について3階調で階調表現をすることができる。

一方、図12の下部に示すように0～255の整数値で定義される分版後のCデータに対して上記図12の上部に示す分解能向上用 $\gamma$ 補正と比較して入出力の階調値域を変更した分解能向上用 $\gamma$ 補正を実施する。すなわち、分版後のCデータの値0～255がインク記録率0%～100%に線形に対応する状況において、分版後のCデータの値0～179を入力とし、インク値データの階調値が0～255となるようにする。また、 $\gamma$ 値（分解能向上用 $\gamma$ 補正時の指数に相当）は上記図12の上部に示す分解能向上用 $\gamma$ 補正と同様の値とする。

この分解能向上用 $\gamma$ 補正の結果、分版後のCデータの” 0 ”, ” 1 ” はそれぞれインク値データの” 0 ”, ” 4 ” に変換される。さらに、図12の下部に示す例でハーフトーン処理モジュールによって $\gamma$ 解釈をする際にも分解能向上用 $\gamma$ 補正の逆特性に相当する補正を行う。この結果、インク値データの” 0 ”, ” 1 ”, ” 2 ”, ” 3 ”, ” 4 ” はそれぞれ” 0 ”, ” 0.178 ”, ” 0.422 ”, ” 0.699 ”, ” 1.000 ” に変換される。従って、分版後のCデータの” 0 ” より大きく” 1 ” 以下に相当するインク記録率について4階調で階調表現をすることができる。

尚、インク値データの最大値255は $\gamma$ 解釈によって” 179 ” と解釈されるが、上述のように値” 179 ” に相当するインク記録率70%より大きなインク記録率を利用しても印刷物の明度は実質的にはほとんど変化しないため、最大値” 179 ” のままハーフトーン画像データを生成しても、十分に階調の豊かな印刷

を実施することが可能である。また、図 1 2 では、K インクにて実質的に明度変化をするのが 0 % ~ 7 0 % のインク記録率であることによって 7 0 % ~ 1 0 0 % を除外していたが、むしろ、この値は 7 0 % に限定されず、インクの特性や高明度側、低明度側で必要とされる階調に応じて変更することが可能である。

## B. 第二の実施例

ここでは、上述した第一の実施例との相違を中心に説明していく。従って、第一の実施例と同じ構成については、同じ符号を付している。

- (1) 色変換テーブル作成の概要：
- (2) 色変換テーブル作成のための装置および処理：
- (3) 本発明によって作成した L U T を利用した印刷：
- (4) 変形例：

- (1) 色変換テーブル作成の概要：

図 1 3 は、本発明にかかる色変換テーブル作成方法の工程を概略的に説明する説明図である。

第一の実施例とは、分版処理における  $\gamma$  補正と、ハーフトーン処理における  $\gamma$  解釈の工程において相違している。この分版処理においては、分版処理後のインク値からインク記録率を特定できるように変換を行っている。

画一的な変換式で仮想 C M Y 値をインク値に分版する変換を行なうと、インク量の値ごとの特性に対応することが困難であったので、本発明においては、この分版処理の後あるいは分版処理時にその C M Y K 1 c 1 m データを  $\gamma$  補正して低インク記録率を与える C M Y K 1 c 1 m データに相当する参照点での補間精度を向上させている。すなわち、図 2 の破線に示すようにインクの特性と逆特性になるような上に凸の入出力特性曲線で  $\gamma$  補正をしている。この結果、小数点以下に相当する値をも考慮してハーフトーン処理を実施することが可能になる。尚、この  $\gamma$  補正は全色同等の曲線を利用しても十分にトーンジャンプ低減の効果があるものの、各色毎にそのインク特性の曲線に対応した曲線に相当する補正曲線を利用しても良い。また、上記ハーフトーン処理においては、当該  $\gamma$  補正によって高精度に補間演算をした後に逆特性の曲線による補正を行っている。

## (2) 色変換テーブル作成のための装置および処理：

以上のように、本発明においては分版処理において $\gamma$ 補正を行うことによってトーンジャンプの発生を低減しており、以下においてはより具体的にそのための装置および処理を説明する。図14は本発明にかかる色変換テーブル(LUT)を作成するための処理を示すフローチャートであり、図15は当該処理を実行するためのコンピュータの構成を示すブロック図である。図15において、第一の実施例と共通または相当する部分については同じ符号を付している。

コンピュータ10の演算処理部11においては、色変換テーブルを作成するための所定のプログラムを実行して演算処理を実行することができ、分版処理部11hはステップS100にて10<sup><SUP>3</SUP></sup>個の測色用仮想CMY値を取得し、ステップS110にてHDD12に保存された色あわせ前LUT12a1を参照しつつ当該仮想CMY値に対応したCMYK1c1mデータを生成する。

すなわち、色あわせ前LUT12a1は、17<sup><SUP>3</SUP></sup>個の参照点について上記分版の変換式にて仮想CMY値をCMYK1c1mデータに変換して得られた結果をテーブル化したデータであり、この色あわせ前LUT12a1によって任意の仮想CMY値を分版して対応するCMYK1c1mデータを得ることができる。尚、本実施形態では色あわせ前LUT12a1によって仮想CMY値をCMYK1c1mデータに変換する構成を採用しているが、むしろここでは分版処理を実行することができれば良く、マトリクス演算式を記憶しておくとともに当該演算式に基づいて仮想CMY値をCMYK1c1mデータに変換する構成を採用するなど、種々の構成を採用可能である。

分版処理部11hが分版によってCMYK1c1mデータを生成すると、 $\gamma$ 補正部11jはステップS125において当該CMYK1c1mデータに対して各色毎に上記図2に示す破線のような特性曲線による $\gamma$ 補正を実施する。図16は仮想CMY値をCMYK1c1mデータに分版し、さらに $\gamma$ 補正を実施したときの値の変化例を示す図である。同図の左側には仮想CMYの各色階調値域を略9等分して得られる値を任意に組み合わせて得られる10<sup><SUP>3</SUP></sup>個の座標を例として示しており、同図中央にはこれらの仮想CMY値を分版して得られる分版後のCMYK1c1mデータの例を示している。



同図の右側にはこの分版後のCMYK 1 c 1 mデータを $\gamma$ 補正した後のデータを示している。この $\gamma$ 補正は入力値を横軸、出力値を縦軸にしたときに上に凸であって上記インク特性の逆特性に相当する特性曲線による補正であり、分版後のCMYK 1 c 1 mデータの値が小さいほど $\gamma$ 補正前後の値の変化が大きくなるような補正である。尚、 $\gamma$ 補正の前後において入力値の最小値および最大値は値が変わらないようにしてあり、出力値は整数としているので、 $\gamma$ 補正後の値も整数であり、値域は0～255である。ここで、補正後の値を整数としているので、整数化の結果としては総ての値について分版後のCMYK 1 c 1 mデータの値が小さいほど $\gamma$ 補正前後の値の変化が大きくなるとは限らないが、少なくとも $\gamma$ 補正の段階では、CMYK 1 c 1 mデータの値が小さいほど $\gamma$ 補正前後の値の変化が大きくなるように補正する。

尚、上記分版後のCMYK 1 c 1 mデータについても値は整数であり、値域は0～255である。また、分版後のCMYK 1 c 1 mデータでは、その値の大小とインク量とが線形に対応している。しかし、 $\gamma$ 補正後のインク値データにおいては、階調値が小さな値（高明度に相当する値）であるほど補正後の増加率が大きくなるように補正している。従って、インク値の大小とインク量とは非線形に対応している。すなわち、本実施形態において、分版後のCMYK 1 c 1 mデータはインク記録率と線形に対応しているが、インク値データではその値の意味が異なりインク記録率と非線形に対応している。図16の中央、右側のいずれに示すデータもCMYK 1 c 1 mの各インク色毎のデータであるので、以下においては、前者を分版後のCMYK 1 c 1 mデータ、後者をインク値データとして区別する。

$\gamma$ 補正部11jが $\gamma$ 補正を行って得られた $\gamma$ 補正後のインク値データ12b1はHDD12に保存される。ハーフトーン処理部11dはステップS130にて当該 $\gamma$ 補正後のCMYK 1 c 1 mの各色インク量に基づいてプリンタ20での吐出インク滴を特定するハーフトーン処理を行う。

この、ハーフトーン処理においては本来上記小数以下に相当する微妙な変化も表現することができ、小数以下に相当するデータを有していれば、より高精度で色を出力することが可能になる。また、このような仕組みを備える本発明によっ

て作成された色変換テーブルを参照して色変換を行うことによって、後述するようにトーンジャンプの発生を防止することができる。

図 1 7 は、このハーフトーン処理を説明するための説明図である。同図に示すように、インク値データの値が小さいほど当該インク値データの単位変化に対するインク記録率の変化が小さい。例えば、インク値データ” 1 ” から” 2 ” へ変化したとき、対応するインク記録率は” 0 . 0 3 6 ” から” 0 . 1 0 9 ” へと変化し、その変化は” 0 . 0 7 3 ” であるのに対し、インク値データ” 1 2 ” から” 1 3 ” へ変化したとき、対応するインク記録率は” 1 . 9 1 8 ” から” 2 . 1 8 0 ” へと変化し、その変化は” 0 . 2 6 2 ” であり、前者のインク記録率の変化の方が小さい。

印刷データ生成／出力部 1 1 e は、当該ハーフトーン処理後のデータをプリンタ 2 0 の各ノズルでのインク滴吐出順に並べる等の処理を行って上記インク値データ 1 2 b 1 に対応するパッチを印刷するための印刷データを生成し、プリンタ 2 0 に対して出力する。この結果、プリンタ 2 0 においては、1 0 <SUP>3</SUP>個の測色パッチを印刷する（ステップ S 1 4 0 ）。

測色パッチを印刷した後は、測色機 3 0 にて当該測色パッチを測色する（ステップ S 1 5 0 ）。

以上の処理によって測色用仮想 C M Y 値に対して分版、 $\gamma$  補正を実施した後の C M Y K l c l m データ（インク値データ）について機器非依存色空間である L a b 色空間内の座標値（上記図 1 3 の  $L_{2a2b2}$  に相当）が得られたことになる。

ステップ S 1 6 0 では、s R G B データ変換部 1 1 f が予め用意された s R G B 値を取得し、所定の変換式によって L a b 色空間内の座標値に変換する（上記図 1 3 の  $L_{0a0b0}$  に相当）。s R G B データ変換部 1 1 f は、さらにステップ S 1 7 0 にて上記色域マッピングおよび記憶色等を考慮した補正を行う。この結果、上記図 1 3 の  $L_{1a1b1}$  に相当する座標値が得られる。

この座標値は上記 L U T 作成部 1 1 g に取り込まれる。このステップ S 1 7 0 と上記ステップ S 1 5 0 にて L U T 作成部 1 1 g は上記図 1 3 に示す L

<SUB>1</SUB> a <SUB>1</SUB> b <SUB>1</SUB>と L <SUB>2</SUB> a  
<SUB>2</SUB> b <SUB>2</SUB>とを取得しており、ステップ S 1 8 0 においては  
補間処理によって複数の参照点について R G B データと  $\gamma$  補正後の C M Y K l c  
l m データとの対応関係を定義する。

ここでは R G B データと  $\gamma$  補正後の C M Y K l c l m データとの対応関係とが  
定義されれば良い。L a b 色空間内の任意の座標に対応する R G B データおよび  
L a b 色空間内の任意の座標に対応する  $\gamma$  補正後の C M Y K l c l m データは補  
間演算によって算出することができるので、当該 L a b 座標値を介して任意の色  
について両データの対応関係を定義することができる。ステップ S 1 9 0 では、  
1 7 <SUP>3</SUP>個の参照点について R G B データと  $\gamma$  補正後の C M Y K l c  
l m データとを対応づけ、この対応関係を示すテーブルデータを生成し、H D D  
1 2 に保存する (L U T 1 2 c)。

(3) 本発明によって作成した L U T を利用した印刷：

A P L 2 5 0 実行時に利用者が印刷実行指示を行うと、印刷にかかる画像デー  
タ 1 2 0 a が画像データ取得モジュール 2 1 0 a に取得され、画像データ取得モ  
ジュール 2 1 0 a は上記色変換モジュール 2 1 0 b を起動する。色変換モジュール  
2 1 0 b は、R G B データを C M Y K l c l m データに変換するモジュールで  
あり、L U T 1 2 c の参照点を使用して任意の R G B データを C M Y K l c l m  
データに変換する。この C M Y K l c l m データは上述の  $\gamma$  補正が施された後の  
データである。

色変換モジュール 2 1 0 b が色変換を行って C M Y K l c l m データを生成す  
ると、当該 C M Y K l c l m の階調データは上記ハーフトーン処理モジュール 2  
1 0 c に受け渡される。上記 C M Y K l c l m データがハーフトーン処理モジュ  
ール 2 1 0 に受け渡されると、 $\gamma$  解釈部 2 1 0 c 1 は上記 C M Y K l c l m デー  
タが  $\gamma$  補正を施される前の値を算出し、階調数低減部 2 1 0 c 2 はその小数点以  
下に相当する値をも加味しながらハーフトーン処理を行う。

ハーフトーン処理モジュール 2 1 0 c では、上述したように、 $\gamma$  解釈によって  
 $\gamma$  補正前の値を把握しつつハーフトーン処理を行うので、 $\gamma$  C <SUB>0</SUB>は  
ドットカウント h,  $\gamma$  (C <SUB>0</SUB> + 1) はドットカウント h + 1 0 0 に

なるように処理しつつ、その間の階調値  $\gamma C_{0+1} \sim \gamma C_{0+9}$  についてもドットカウント  $h+10 \sim h+90$  になるように処理することができる。すなわち、ドットカウントの最小ピッチが著しく小さくなる。また、本発明では上述のように上に凸の  $\gamma$  曲線によって、階調値が小さいほど元の値が大きくなるように補正する。従って、インク記録率に対する明度の変動率が大きな高明度域でより微妙な色の変化を表現しつつハーフトーン処理を行うことができ、トーンジャンプを低減することができる。

#### (4) 変形例：

以上説明した実施形態は一例であり、高明度域の分解能を低明度域の分解能より相対的に高くすることができる限りにおいて種々の構成を採用可能である。上記  $\gamma$  補正後に得られる階調レベル数としても9階調レベルに限られることはない。すなわち、高明度域において精度を向上すると、低明度域においては表現可能な階調レベル数が少なくなるので、両者の兼ね合いで最も都合の良い状態になるように  $\gamma$  補正を行えばよい。実際には上記  $\gamma$  補正後によって高明度域の分解能を最大で従来の3倍程度、すなわち、CMYK l c l mデータの階調値”1”を階調値”3”に補正する構成であっても非常に高精度に色変換を実施可能である。

また、CMYK l c l mの全色について同じ  $\gamma$  曲線で補正を行うアルゴリズムであれば非常に簡易な計算で  $\gamma$  補正を行うことができるが、むしろ、各色毎に異なる  $\gamma$  曲線を使用しても良い。さらに、印刷媒体や印刷モードによって  $\gamma$  曲線を変更しても良い。これらの場合、各  $\gamma$  曲線毎に異なる色変換テーブルを作成し、 $\gamma$  解釈部において各色変換テーブルに対応した解釈を行いながらハーフトーン処理を行うことになる。

さらに、上記実施形態においては分版処理を行って得られたデータについて  $\gamma$  補正を行っていたが、分版処理後のデータを利用することが必須というわけではない。すなわち、本発明においては、高明度域に相当する入力階調値であるほどそれより低明度域に相当する入力階調値より当該入力階調値の単位変化に対応するインク記録率の変化が小さくなるよう定義してハーフトーン処理を行い、印刷を実行できればよい。従って、分版処理以外の手法で得られた測色対象について補正を行ってインク値データを取得しても良い。

We claim

0 1. 印刷装置で出力した複数のパッチを測色し、測色結果から他の画像機器で使用する各色の色成分値と印刷装置で使用する各インク色毎のインク量に対応するインク値データとの対応関係を規定した色変換テーブルを作成する色変換テーブル作成方法において、

上記インク値データの全階調数より少数の参照値を各インク色毎に抽出して組み合わせ、上記複数のパッチを特定したパッチデータを生成し、

同パッチデータを入力してインクドットの有無を示すハーフトーン画像データに変換するハーフトーン処理を実行して上記複数のパッチを印刷し、

印刷された複数のパッチを測色して得られる測色データに基づいて上記色変換テーブルを生成するにあたり、

上記パッチデータの色は、各インク色毎に所定の補正前階調値から当該補正前階調値の全階調数より少数の補正前参照値を抽出するとともに組み合わせ、当該補正前参照値を増大させる補間精度向上用の補正を行い、当該補正後の値の大小とインク量とを略線形に対応させて特定される色であり、

上記インク値データは、所定の値域内に存在する整数値かつ高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より当該階調値の単位変化に対応するインク記録率の変化が小さくなるように定義され、

上記ハーフトーン処理では、当該階調値の定義に従って上記パッチデータの参照値に相当するインク量を解釈して上記ハーフトーン画像データを生成することを特徴とする色変換テーブル作成方法。

0 2. 上記インク値データは、インク記録率の値域の一部に全階調数を割り当てて定義されることを特徴とする上記クレーム 0 1 に記載の色変換テーブル作成方法。

0 3. 印刷装置で使用する各色のインク量を特定するインク値データと他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した色変換テーブルを作成

する色変換テーブル作成方法において、

インク量と階調値の大小とを略線形に対応させた階調値を各インク色毎に抽出して組み合わせて第1階調値データを生成し、当該第1階調値データに対して高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より大きな増加率で分解能向上用の補正を行って上記インク値データとし、当該インク値データについて上記分解能向上用の補正の逆補正をした場合の小数以下に相当する偏差を反映しつつハーフトーン処理を行って印刷を実行し、当該印刷結果を測色して得られる測色データに基づいて上記インク値データと上記他の画像機器で使用される各色の色成分値とを対応づけた色変換テーブルを生成するにあたり、上記第1階調値データは上記分解能向上用の補正によって低明度域で相対的に低下する分解能を補間精度で補償するように予め低明度域の色が高明度域の色より多くなるように抽出してあることを特徴とする色変換テーブル作成方法。

04. 上記第1階調値データの階調値は、インク色数より少ない色成分で構成される所定の色空間内の座標を所定の変換式によって各色インクの量を示す階調値に変換したデータに基づいて作成されることを特徴とする上記クレーム03に記載の色変換テーブル作成方法。

05. 上記第1階調値データの階調値は、インク量と階調値の大小とを略線形に対応させた階調値に対して小さな階調値であるほどそれより大きな階調値と比較して大きな増加率で補正して出力する、補正を行うことによって取得されることを特徴とする上記クレーム03に記載の色変換テーブル作成方法。

06. 上記第1階調値データにて最低明度を示す階調値は印刷媒体上に記録可能な最大のインク記録率に相当し、上記分解能向上用の補正では当該最低明度を示す階調値を含む所定の階調値域を除外するとともに残りの階調値域が上記インク値データの全階調値域と合致するように補正を行うことを特徴とする上記クレーム03に記載の色変換テーブル作成方法。

07. 印刷装置で使用する各色のインク量を特定するインク値データと他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した色変換テーブルを参照して当該画像機器での表示画像を示す画像データから印刷装置での出力画像を示す印刷データを生成して印刷を実行させる印刷制御装置であって、

上記他の画像機器での画像についてドットマトリクス状の各画素の色を階調表現した画像データを取得する画像データ取得手段と、

インク量と階調値の大小とを略線形に対応させた階調値を各インク色毎に抽出して組み合わせて第1階調値データを生成し、当該第1階調値データに対して高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より大きな増加率で分解能向上用の補正を行って上記インク値データとし、当該インク値データについて上記分解能向上用の補正の逆補正をした場合の小数以下に相当する偏差を反映しつつハーフトーン処理を行って印刷を実行し、当該印刷結果を測色して得られる測色データに基づいて上記インク値データと上記他の画像機器で使用する各色の色成分値とを対応づけた色変換テーブルを生成するにあたり、上記第1階調値データは上記分解能向上用の補正によって低明度域で相対的に低下する分解能を補間精度で補償するように予め低明度域の色が高明度域の色より多くなるように抽出してあり、このようにして生成された色変換テーブルを参照して上記画像データを対応するインク値データに色変換する色変換手段と、

当該色変換されたインク値データから当該インク値データが示すインク量を解釈しつつ印刷媒体に記録するインク滴の記録密度で階調を表現した疑似中間調データに変換するハーフトーン処理手段と、

各画素について上記疑似中間調データで特定される記録密度に従ってインク滴を吐出するように印刷装置を駆動する印刷データを生成する印刷データ生成手段と、

同印刷データを印刷装置に対して出力する印刷データ出力手段とを具備することを特徴とする印刷制御装置。

08. 印刷装置で使用する各色のインク量を特定するインク値データと他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した色変換テーブルを作成

する色変換テーブル作成装置において、

インク量と階調値の大小とを略線形に対応させた階調値を各インク色毎に抽出して組み合わせた第1階調値データを取得する第1階調値データ取得手段と、

当該第1階調値データに対して高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より大きな増加率で分解能向上用の補正を行って上記インク値データとして取得するインク値データ取得手段と、

当該インク値データについて上記分解能向上用補正の逆補正をした場合の小数以下に相当する偏差を反映しつつハーフトーン処理を行って印刷を実行する印刷実行手段と、

同印刷した結果を測色する印刷結果測色手段と、

当該印刷した結果を測色して得られる測色データに基づいて上記インク値データと上記他の画像機器で使用される各色の色成分値とを対応づけた色変換テーブルを生成する色変換テーブル生成手段とを具備し、

上記第1階調値データは上記分解能向上用の補正によって低明度域で相対的に低下する分解能を補間精度で補償するように予め低明度域の色が高明度域の色より多くなるように抽出してあることを特徴とする色変換テーブル作成装置。

09. 印刷装置で使用する各色のインク量を特定するインク値データと他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した色変換テーブルを作成する色変換テーブル作成プログラム記録した媒体において、

インク量と階調値の大小とを略線形に対応させた階調値を各インク色毎に抽出して組み合わせた第1階調値データを取得する第1階調値データ取得機能と、

当該第1階調値データに対して高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より大きな増加率で分解能向上用の補正を行って上記インク値データとして取得するインク値データ取得機能と、

当該インク値データについて上記分解能向上用補正の逆補正をした場合の小数以下に相当する偏差を反映しつつハーフトーン処理を行って印刷を実行する印刷実行機能と、

同印刷した結果を測色する印刷結果測色機能と、



当該印刷した結果を測色して得られる測色データに基づいて上記インク値データと上記他の画像機器で使用される各色の色成分値とを対応づけた色変換テーブルを生成する色変換テーブル生成機能とをコンピュータに実現させるにあたり、

上記第1階調値データは上記分解能向上用の補正によって低明度域で相対的に低下する分解能を補間精度で補償するように予め低明度域の色が高明度域の色より多くなるように抽出してあることを特徴とする色変換テーブル作成プログラム記録した媒体。

10. ハーフトーン処理モジュールに対して入力するインク色毎の入力階調値と他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した対応関係定義データを作成する対応関係定義データ作成方法において、

上記入力階調値を所定の値域内に存在する整数値とし、高明度域に相当する入力階調値であるほどそれより低明度域に相当する入力階調値より当該入力階調値の単位変化に対応するインク記録率の変化が小さくなるよう定義して、各インク色についての入力階調値の組み合わせが示す色と上記色成分値の組み合わせが示す色とを対応づけることにより上記対応関係定義データを作成することを特徴とする対応関係定義データ作成方法。

11. 印刷装置で出力した複数のパッチを測色し、測色結果から他の画像機器で使用する各色の色成分値と印刷装置で使用する各インク色毎のインク量に対応する階調値との対応関係を規定した対応関係定義データを作成する対応関係定義データ作成方法において、

上記インク量に対応する階調値の全階調数より少数の参照値を各インク色毎に抽出して組み合わせ、上記複数のパッチを特定したパッチデータを生成し、

同パッチデータを入力してインクドットの有無を示すハーフトーン画像データに変換するハーフトーン処理を実行して上記複数のパッチを印刷し、

印刷された複数のパッチを測色して得られる測色データに基づいて上記対応関係定義データを生成するにあたり、

上記インク量に対応する階調値は、所定の値域内に存在する整数値かつ高明度

域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より当該階調値の単位変化に対応するインク記録率の変化が小さくなるように定義され、

上記ハーフトーン処理では、当該階調値の定義に従って上記パッチデータの参照値に相当するインク量を解釈して上記ハーフトーン画像データを生成することを特徴とする対応関係定義データ作成方法。

1 2. 上記インク量に対応する階調値は、インク記録率の値域の一部に全階調数を割り当てて定義されることを特徴とする上記クレーム 1 1 に記載の対応関係定義データ作成方法。

1 3. 印刷装置で使用する各色のインク量を特定するインク値データと他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した対応関係定義データを作成する対応関係定義データ作成方法において、

CMY各色の組み合わせで表現される色を変換して階調値の大小とインク量とを略線形に対応させた第 1 階調値データを取得するとともに当該第 1 階調値データに対して階調値が小さな値であるほど補正後の増加率が大きくなるように $\gamma$ 補正を行って高明度域の相対的な分解能を向上させたインク値データを生成し、当該インク値データに基づいて上記印刷装置で印刷を実行した結果を測色し、当該測色結果から上記インク値データと上記他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した対応関係定義データを生成することを特徴とする対応関係定義データ作成方法。

1 4. 印刷装置で使用する各色のインク量を特定するインク値データと他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した対応関係定義データを作成する対応関係定義データ作成方法において、

上記各色のインク量を特定する複数のインク値データであって、インク量と階調値の大小とを略線形に対応させた第 1 階調値データについて、高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より大きな増加率で補正したインク値データによって印刷を実行し、当該印刷結果を測色して得られる

測色データに基づいて上記インク値データと上記他の画像機器で使用される各色の色成分値とを対応づけた対応関係定義データを生成することを特徴とする対応関係定義データ作成方法。

15. 上記インク値データは所定の変換式によって所定の第1色空間での各色成分を示す上記第1階調値データを補正したデータであり、上記印刷を実行する際には当該補正の逆補正をした場合の小数以下に相当する偏差を反映しつつハーフトーン処理を行って印刷を実行することを特徴とする上記クレーム14に記載の対応関係定義データ作成方法。

16. 上記補正は、入力値が小さな値であるほど大きな変化率で補正して出力する $\gamma$ 補正であることを特徴とする上記クレーム14に記載の対応関係定義データ作成方法。

17. 上記第1階調値データにて最低明度を示す階調値は印刷媒体上に記録可能な最大のインク記録率に相当し、上記補正では当該最低明度を示す階調値を含む所定の階調値域を除外するとともに残りの階調値域が上記インク値データの全階調値域と合致するように補正を行うことを特徴とする上記クレーム14に記載の対応関係定義データ作成方法。

18. 印刷装置で使用する各色のインク量を特定するインク値データと他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した対応関係定義データを参照して当該画像機器での表示画像を示す画像データから印刷装置での出力画像を示す印刷データを生成して印刷を実行させる印刷制御装置であって、

上記他の画像機器での画像についてドットマトリクス状の各画素の色を階調表現した画像データを取得する画像データ取得手段と、

上記各色のインク量を特定する複数のインク値データであって、インク量と階調値の大小とを略線形に対応させた第1階調値データについて、高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より大きな増加率で補

正して取得したインク値データによって印刷を実行し、当該印刷結果を測色して得られる測色データに基づいて上記インク値データと上記他の画像機器で 사용되는各色の色成分値とを対応づけた対応関係定義データを参照して上記画像データを対応するインク値データに色変換する色変換手段と、

当該色変換されたインク値データから当該インク値データが示すインク量を解釈しつつ印刷媒体に記録するインク滴の記録密度で階調を表現した疑似中間調データに変換するハーフトーン処理手段と、

各画素について上記疑似中間調データで特定される記録密度に従ってインク滴を吐出するように印刷装置を駆動する印刷データを生成する印刷データ生成手段と、

同印刷データを印刷装置に対して出力する印刷データ出力手段とを具備することを特徴とする印刷制御装置。

19. 印刷装置で使用する各色のインク量を特定するインク値データと他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した対応関係定義データを作成する対応関係定義データ作成装置において、

CMY各色の組み合わせで表現される色を階調値の大小とインク量とを略線形に対応させた第1階調値データに変換する分版手段と、

当該第1階調値データに対して階調値が小さな値であるほど補正後の増加率が大きくなるように補正を行って高明度域の相対的な分解能を向上させたインク値データを生成するインク値データ生成手段と、

同インク値データに従ってインク量を特定した印刷データを生成して上記印刷装置で印刷を実行する印刷実行手段と、

同印刷した結果を測色する印刷結果測色手段と、

当該測色結果から上記インク値データと上記他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した対応関係定義データを生成する対応関係定義データ生成手段とを具備することを特徴とする対応関係定義データ作成装置。

20. 印刷装置で使用する各色のインク量を特定するインク値データと他の画

像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した対応関係定義データを作成する対応関係定義データ作成装置において、

上記各色のインク量を特定する複数のインク値データであって、インク量と階調値の大小とを略線形に対応させた第1階調値データについて、高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より大きな増加率で補正したインク値データを取得するインク値データ取得手段と、

同インク値データによって特定されるインク量にて印刷を実行する印刷実行手段と、

当該印刷結果を測色して測色データを取得する測色データ取得手段と、

当該測色データに基づいて上記インク値データと上記他の画像機器で 사용되는各色の色成分値とを対応づけて対応関係定義データを生成する対応関係定義データ生成手段とを具備することを特徴とする対応関係定義データ作成装置。

21. 印刷装置で使用する各色のインク量を特定するインク値データと他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した対応関係定義データを作成する対応関係定義データ作成プログラム記録した媒体において、

CMY各色の組み合わせで表現される色を階調値の大小とインク量とを略線形に対応させた第1階調値データに変換する分版機能と、

当該第1階調値データに対して階調値が小さな値であるほど補正後の増加率が大きくなるように補正を行って高明度域の相対的な分解能を向上させたインク値データを生成するインク値データ生成機能と、

同インク値データに従ってインク量を特定した印刷データを生成して上記印刷装置で印刷を実行する印刷実行機能と、

同印刷した結果を測色する印刷結果測色機能と、

当該測色結果から上記インク値データと上記他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した対応関係定義データを生成する対応関係定義データ生成機能とをコンピュータに実現させることを特徴とする対応関係定義データ作成プログラム記録した媒体。

22. 印刷装置で使用する各色のインク量を特定するインク値データと他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した対応関係定義データを作成する対応関係定義データ作成プログラム記録した媒体において、

上記各色のインク量を特定する複数のインク値データであって、インク量と階調値の大小とを略線形に対応させた第1階調値データについて、高明度域に相当する階調値であるほどそれより低明度域に相当する階調値より大きな増加率で補正したインク値データを取得するインク値データ取得機能と、

同インク値データによって特定されるインク量にて印刷を実行する印刷実行機能と、

当該印刷結果を測色して測色データを取得する測色データ取得機能と、

当該測色データに基づいて上記インク値データと上記他の画像機器で 사용되는各色の色成分値とを対応づけて対応関係定義データを生成する対応関係定義データ生成機能とをコンピュータに実現させることを特徴とする対応関係定義データ作成プログラム記録した媒体。

特定階調の分解能を向上したときに、他の階調の分解能が相対的に低下することがあった。高明度域で精度よく、また、トーンジャンプを発生させることなく色変換を実行することが困難だった。

印刷装置で使用する各色のインク量を特定するインク値データと他の画像機器で使用する各色の色成分値との対応関係を規定した色変換テーブルを作成するに当たり、分解能向上用の補正によって低明度域で相対的に低下する分解能を補間精度で補償するように予め低明度域の色が高明度域の色より多くなるように補間精度向上用の補正を行っておき、その後、分解能向上用の補正を行って上記インク値データを生成し、当該インク値データに基づいて印刷したパッチを測色して色変換テーブルを生成する。また、対応関係定義データを作成するに当たっては、階調値の大小とインク量とを略線形に対応させた第1階調値データを取得するとともに当該第1階調値データに対して階調値が小さな値であるほど補正後の増加率が大きくなるように補正を行って高明度域の相対的な分解能を向上させたインク値データを生成する。